



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



⑪ Veröffentlichungsnummer: **0 568 798 A1**

⑫

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: **93104144.6**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **B23Q 1/00, B23Q 37/00**

⑳ Anmeldetag: **14.03.93**

③① Priorität: **10.04.92 DE 4212175**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.11.93 Patentblatt 93/45**

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**

⑦① Anmelder: **EMAG-MASCHINEN VERTRIEBS-  
und SERVICE GmbH  
Ausstrasse 24  
D-73084 Salach(DE)**

⑦② Erfinder: **Steinbach, Heinz  
Schlatweg 16  
W-7900 Ulm(DE)  
Erfinder: Der andere Erfinder hat auf seine  
Nennung verzichtet**

⑦④ Vertreter: **Beyer, Rudi  
Patentanwalt Dipl.-Ing. Rudi Beyer  
Am Dickelsbach 8  
D-40883 Ratingen (DE)**

⑤④ Aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum.

⑤⑦ Erfindungsgemäß wird aufgezeigt, wie aus wenigen Komponenten für die verschiedensten Anwendungsgebiete einzelne Bearbeitungsmaschinen oder auch komplette Transferstraßen oder flexible Fertigungssysteme aufgebaut werden können, und zwar mit einem Kostenaufwand, der deutlich unter den üblichen Herstellkosten, zum Beispiel um 50 Prozent unter den bisherigen Herstellkosten je nach Anwendungsfall liegen dürfte. Die einzelnen Komponenten können getrennt für sich vorbereitet und dann zu der jeweils gewünschten Bearbeitungsmaschine zusammengebaut werden.

EP 0 568 798 A1

**Gattung**

Die Erfindung betrifft ein aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum, mit einem Maschinengrundkörper, auf dem mittels Führungen über einen Kreuzschlitten eine in mehrere Achsen verstellbare motorgetriebene Hauptspindel angeordnet ist, wobei am Maschinengrundkörper Einrichtungen zum Sammeln von Spänen und Kühlmittel vorgesehen sind, und dem Maschinengrundkörper eine Arbeitsraum-Verkleidung zugeordnet ist.

**Stand der Technik**

Ein Bearbeitungszentrum der im Oberbegriff vorausgesetzten Gattung ist aus der DE-OS 40 12 690 vorbekannt. Dieses Bearbeitungszentrum besteht aus einem Werkstücktisch tragendem Bett, einem auf dem Bett längs verfahrbaren Schlitten, einem auf dem Schlitten quer verfahrbaren Ständer, einem am Ständer vertikal verfahrbaren Bearbeitungskopf und einem Werkzeugmagazin mit Wechsler, wobei das Bett ein nach rückwärts abfallendes Schrägbett ist, wobei der Werkstücktisch an der Vorderseite des Bettes angeordnet ist. An der vertikalen Vorderseite des Schrägbettes sind Halterungen zur Befestigung einer Tischkonsole sowie mindestens ein Späneschacht vorgesehen. Der Ständer weist zwei durch mindestens ein Querhaupt starr miteinander verbundene formsteife Säulen mit innenseitigen Vertikalführungen auf, an denen der Bearbeitungskopf beidseitig geführt ist. Am Ständer sind verschiedenartige Bearbeitungsköpfe wahlweise montierbar. An der Vorderseite des Ständers ist eine mitfahrende Späneschürze angeordnet, auf der die Späne in diesen Späneschacht rutschen. Die Späneschürze ist jalousieartig ausgebildet und mit ihrem unteren Ende am Bett befestigt, wobei der Bearbeitungskopf an deren oberem Ende seitlich verschiebbar ist. Am Bett sind verschiedenartige Werkzeuggeste mit ihren Konsolen montierbar. Neben dem Ständer sind das Werkzeugmagazin mit seinem Werkzeugwechsler ortsfest angeordnet, wobei der Werkzeugwechsler durch eine Bewegung des Schrägschlittens angefahren wird.

Die DE-OS 38 24 602 betrifft eine Maschine zur spanabhebenden Bearbeitung von kubischen und rotationssymmetrischen Werkstücken (Teilen), wobei Bearbeitungsgruppen für die verschiedenen Operationen wie Bohr-, Fräs- und Drehoperationen, einem Maschinengrundgestell modular zugeordnet sind, das heißt die einzelnen Bearbeitungs- bzw. Baugruppen entfallen bzw. nachgerüstet werden können.

Eine Dreheinheit ist als Werkstückspanneinheit mit positionierfähiger Achse ausgebildet, die das Werkstück in jede geforderte Position zur jeweiligen der Bearbeitungseinheiten bringt.

Werkstückspanneinheit und Bearbeitungseinheiten sind für eine Fünf-Seiten Bearbeitung eines Werkstückes ausgebildet und einander zugeordnet.

Die Dreheinheit ist mit einer automatischen oder einer handbetätigten Werkstückspanneinrichtung ausgestattet, wobei eine Hauptspindel der Dreheinheit, deren Ausbildung sowohl Vorschübe für Operationen wie Fräs- und Bohroperationen, als auch höhere Drehzahlen für Operationen möglich macht. Es kann ebenfalls eine Bearbeitungseinheit mit zwei Werkzeugsystemen vorhanden sein. Die Bearbeitungseinheit weist Verstellmöglichkeiten in X-, Y- und Z-Richtung als erstes Werkzeugsystem eine rotierende Arbeitsspindel zur Aufnahme von Bohr- und Fräswerkzeugen und als zweites Werkzeugsystem einen Mehrfachrevolver, vorzugsweise einen an sich bekannten Zwölf- oder Sechzehnrevolver, zur Aufnahme von stationären bzw. verstellbar angetriebenen Werkzeugen, auf. Es kann außerdem eine zweite Hauptspindel als Gegen-spindel einer ersten Hauptspindel vorgesehen sein. Es ist außerdem ein Werkzeugwechsler für die Arbeitsspindel vorhanden. Des weiteren kann das Bearbeitungszentrum mit automatischem bzw. programmierbaren Werkstückwechseleinrichtungen versehen sein. Außerdem kann eine Werkzeugbruchkontrolle vorhanden sein mit einer zentralen Späneentsorgung.

Durch die DE-PS 34 16 660 ist eine Drehmaschine mit vertikal im Spindelstock angeordneter Arbeitsspindel, mit auf dem Spindelstock angebrachtem Antriebsmotor, mit am unteren Ende der Arbeitsspindel angeordnetem Werkstück-Spannfutter und mit unterhalb der Arbeitsspindel angeordnetem Werkzeugträger vorbekannt, wobei der Spindelstock in vertikaler und horizontaler Richtung verfahrbar ist, wobei der vertikale und horizontale Bewegungshub einerseits dem Vorschub für die Dreharbeit entspricht und andererseits zur Bewegung des Spannfutters zur einer seitlich angeordneten horizontalen Werkstückzu- und -abführungsstation dient. Aus dieser Druckschrift ist das Pick-up-Verfahren vorbekannt.

Die DE-PS 27 39 087 beschreibt eine Werkzeugmaschine mit einem auf einem Bett drehbaren, indexierbaren und in Längsrichtung des Bettes verschiebbaren Werkstücktisch, einem quer über das Bett verlaufenden, an Säulen abgestützten Querbalken, einem an dem Querbalken in waagerechter Richtung verschiebbaren Schlitten, einem an dem Schlitten in senkrechter Richtung verschiebbar angeordneten Werkzeugträger, an dessen unterem Endbereich ein um eine waagerechte Achse schwenkbarer, in verschiedenen Schwenklagen arretierbarer Werkzeughalter mit einer Werkzeugspindel angebracht ist, in die

mittels einer Spanneinrichtung ein drehantreibbares Werkzeug einsetzbar ist, mit einem aus einem Motor und Getriebezug bestehenden Drehantrieb für die Werkzeugspindel, mit einer Möglichkeit zum wahlweisen Montieren eines feststehenden Drehwerkzeuges am unteren Endbereich des Werkzeugträgers, und mit einem Werkzeugmagazin und einem automatischen Werkzeugwechsler. Am unteren Ende des Werkzeugträgers kann ein weiterer, fest angeordneter Werkzeughalter mit einer diesem zugeordneten Spanneinrichtung zur Aufnahme des feststehenden Drehwerkzeuges vorgesehen sein, wobei der schwenkbare Werkzeughalter an einer Seitenfläche des Werkzeugträgers unmittelbar neben dem fest angeordneten Werkzeughalter angebracht und in einer zu diesem parallelen Schwenklage automatisch arretierbar ist, in der das drehantreibbare Werkzeug durch den auch zum Auswechseln des feststehenden Drehwerkzeuges vorgesehenen Werkzeugwechsler auswechselbar ist, wobei in der das feststehende Drehwerkzeug gleichzeitig in dem fest angeordneten Werkzeughalter und in dem schwenkbaren Werkzeughalter spannbar ist, und daß die beiden Spanneinrichtungen automatisch synchron betätigbar sind.

#### Aufgabe

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Bearbeitungszentrum gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 so auszugestalten, daß sich einfache, aber auch komplizierte Bearbeitungsmaschinen, auch wenn deren Verkettung zu Transferstraßen oder flexiblen Fertigungssystemen gewünscht wird, baueinfach und relativ preiswert herstellen lassen.

#### Lösung

Die Aufgabe wird durch die in **Patentanspruch 1** wiedergegebenen Merkmale gelöst.

#### Einige Vorteile

Durch die Erfindung läßt sich ein Bearbeitungszentrum modularartig aufbauen. Die senkrecht angeordnete Spindereinheit mit einer Achse bis zu fünf Achsen kann sowohl Werkzeugspindelstock, als auch Werkstückspindelstock sein.

Ein erfindungsgemäßes Bearbeitungszentrum eignet sich zum Bohren, Drehen, Fräsen, Messen, Härten, Schweißen für symmetrisch oder asymmetrische zylindrische oder kubische Teile, bevorzugt für sogenannte Futterteile.

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Bearbeitungszentrums ist darin zu sehen, daß dadurch Hauptkomponenten preiswert vorgefertigt und zu den jeweils gewünschten Bearbeitungsmaschinen wirtschaftlich günstig zusammengebaut werden können. Dadurch ist eine Modulbauweise möglich, mit erheblicher Senkung der Herstellkosten. Zum Beispiel lassen sich auf diese Weise NC-gesteuerte Drehmaschinen, Bearbeitungszentren, Bearbeitungszellen oder verkettete Systeme herstellen, deren Herstellkosten um einen ganz erheblichen Betrag unter den Herstellkosten herkömmlicher Systeme, zum Beispiel nur bei der Hälfte der bisherigen Herstellkosten, liegen.

Bei dem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum bildet der Antrieb mit der Hauptspindel eine Einheit als sogenannte Motorspindel. Hierbei sind Hauptspindel und Antrieb konzentrisch zueinander angeordnet und ermöglichen damit eine kompakte Bauform. Der Antrieb erfolgt z. B. durch einen hochdynamischen frequenzgeregelten wartungsfreien Drehstrommotor. Eine hohe Steifigkeit der Spindel wird durch Präzisionslager erreicht. Zum Beispiel Schrägkugellager vorne und Zylinderrollenlager hinten sind hierbei von besonderem Vorteil. Alle Lager sind mit Lebensdauer-Fettschmierung versehen. Durch thermosymmetrischen Aufbau des Spindelstockes und Kühlsystem ergibt sich eine praktisch konstante Genauigkeit. Eine weitere Ausführungsform kann auch mit hydrostatischer Lagerung ausgerüstet sein.

Die Werkzeugbe- und Entladestation kann an der Frontseite (Bedienerseite) in die Bearbeitungsmaschine integriert werden. Auch dies läßt sich in einfacher Weise in das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum einbeziehen.

Ein möglicher Werkzeug- und/oder Werkstückwechsel kann vom Pick-up-Schlitten direkt durchgeführt werden, indem der Schlitten in der Be- und Entladestation befindliches Werkzeug aufnimmt und wieder abgibt. Die Abgabestation unmittelbar im Arbeitsraum oder im Zwischenspeicher - außerhalb dessen - im Bereich der Meßstation sein.

Trennwände bzw. Türen sowohl zwischen Arbeitsraum, Be- und Entladestation und zwischen Meß- und Werkzeugspeicherstationen ermöglichen eine weitgehende schmutzdichte Abtrennung dieser Räume voneinander. Ein automatischer Werkzeugwechsel kann ohne weiteres in das Bearbeitungszentrum einbezogen werden, der vorzugsweise bei Werkzeugverschleiß oder beim Umrüsten tätig wird, in der Regel jedoch

nicht während der Bearbeitung.

Wird nach der Erfindung ein Pick-up-Drehautomat hergestellt, dann lassen sich außer den Drehoperationen auch schnelle Werkstück- oder Werkzeugwechsel ausführen. Dazu wird außer dem Drehautomat nur ein einfaches, preiswertes Werkstückzu- und -abführband benötigt, das in den Bausatz in die Be- und Entladestation einbezogen werden kann. Durch Programmierung des Kreuzschlittens (Pick-up-Spindel) können die Werkzeugparameter zum Be- und Entladen der Werkstücke benutzt werden. Sämtliche Bewegungen zum Be- und Entladen der Spindel, zum Zerspanen sowie zum Messen der Werkstücke werden mit der Pick-up-Spindel ausgeführt.

Das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum ermöglicht auch eine konsequente Trennung der Be- und Entladestation, des Arbeitsraumes und der Meßzone. Diese Trennung der drei Bereiche verhindert Späneprobleme beim Be- und Entladen der Werkstücke oder beim Messen. Die hängend angeordneten Werkstücke tragen zu einem optimalen Späneabfluß bei.

Es ist auch möglich, Meßprogramme für Werkzeuge und Werkstücke in die CNC-Steuerung der Maschine mit einzubeziehen. Dadurch wird es wiederum möglich, unmittelbar nach einem Werkzeugwechsel sowohl das Werkzeug als auch das Werkstück zu messen, oder beispielsweise in der laufenden Produktion nur jedes zehnte oder zwanzigste Werkstück.

Ein einfacher, schneller Werkzeugwechsel wird erreicht durch Freifahren des Arbeitsraumes mit dem Kreuzschlitten. Die Tür zwischen Ladezone und Arbeitsraum wird dazu vollständig abgesenkt.

Der in das Bearbeitungszentrum einbezogene Maschinengrundkörper aus Reaktionsharzbeton garantiert beste thermische Stabilität und hervorragende Dämpfungseigenschaften. Reaktionsharzbeton hat gegenüber Grauguß ein sechs- bis achtfach besseres Dämpfungsverhalten. Die verwindungssteife Konstruktion macht ein üblicherweise erforderliches Maschinenfundament überflüssig. Die Maschine kann somit auf dem normalen Hallenboden aufgestellt werden. Der große Abstand der beiden hochpräzisen Linear-Führungen in der X-Achse gewährleistet hohe Drehpräzision. Die Führungen liegen außerdem außerhalb des Arbeitsraumes und benötigen deshalb keine Abdeckungen gegen Verschmutzungen.

Die Spindelstockeinheit mit Kreuzschlitten ist z. B. zweiachsig (X und Z) ausgeführt. Kurze Nebenzeiten werden beim Werkstück- und Werkzeugwechsel beim Anfahren des Meßtasters gegenüber üblichen Ausbildungen durch kurze Verfahrwege und hohe Eilanggeschwindigkeit erreicht.

Zum Antrieb des Kreuzschlittens sind vorzugsweise reaktionsschnelle, frequenzgeregelter wartungsfreie Drehstrommotore eingesetzt. Sie treiben die Schlitten über hochpräzise Kugelrollspindeln an. In den Linearachsen X, Y und Z sind gekapselte Meßsysteme angeordnet. Die Führungs- und Meßsysteme befinden sich außerhalb des Arbeitsraumes.

Die Schlittenführungssysteme sind ausgeführt z. B. mit hochpräzisen vorgespannten Linear-Rollenführungen, deren Reibbeiwert wesentlich geringer ist als bei konventionellen Gleitführungen. Dieses System garantiert in dem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum, zum Beispiel einer CNC-gesteuerten Drehmaschine, eines Bearbeitungszentrums oder einer zelle höchste Drehpräzision und hohe Dynamik.

Der Kreuzschlitten mit Hauptspindel ist in allen Achsen mit hängend angeordneten Energiezuführungen ausgerüstet. Sie sind einfach aufgebaut, wartungsfrei und außerhalb des Spänebereichs angeordnet, was zu einer weiteren Vereinfachung des Bausatzes beiträgt.

Der Arbeitsraum wird durch die beiden Seitenwangen des Reaktionsharzbeton-Grundkörpers, durch zwei Türen und durch ein mit dem Spindelkasten verfahrbares Abdeckblech vollständig von der Be- und Entladezone sowie von der Meßzone getrennt und ist gegen den Austritt von Kühl-Schmiermittel und Späne abgedichtet.

Zwischen der festen Verkleidung des Steuerungselemente und Energieversorgung aufnehmenden, als Energiecontainer ausgebildeten Containers auf beiden Seiten der Maschine deckt zum Beispiel bei einer CNC-gesteuerten Drehmaschine eine Schutzeinrichtung mit Aluminium-Lamellen die komplette Front ab. Die Lamellen sind mit Fenstern und Schlitzen versehen. Die Fenster gewährleisten Einblick in die für die Maschinenbedienung wichtigen Bereiche. Ein leichter, direkter Zugang zu den Achsantrieben ist durch Deckel in den Seitenwänden und an der Oberseite der Drehautomaten gegeben.

Ein KÜhlaggregat steuert den Wärmehaushalt der Maschine, zum Beispiel einer CNC-gesteuerten Drehmaschine, die aus einem Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung aufgebaut wird. Die Spindellagerungen und der Spindeltrieb werden auf konstanten Temperaturen gehalten.

Wird modularartig eine als Drehautomat ausgebildete Drehmaschine aufgebaut, so kann zum Messen des Werkstückes die Pick-up-Spindel mit Werkstück aus dem Arbeitsraum hinter den Revolver fahren. Zwischen Meßtaster und Arbeitsraum wird dazu eine Tür geöffnet. Gemessen wird z. B. mit einem fest montierten Meßtaster.

Die Werkzeugvermessung erfolgt z. B. mit einem auf dem Spindelkasten montierten Meßtaster. Nach dem Wechsel einer Werkzeugschneide fährt der Taster zum Messen aus seiner Abdeckung. Nach dem

Messen werden die Istwerte direkt in der Steuerung verrechnet. Das nächste Werkstück wird somit innerhalb einer vorbestimmten Toleranz bearbeitet.

Ein Späneförderer kann unterhalb des Grundkörpers vorgesehen sein, um zur Späneentsorgung nach links oder rechts der Maschine oder nach hinten zu dienen.

- 5 Anstelle eines Späneförderers kann auch eine Spänewanne bzw. ein flacher Spänewagen zum Einschieben in den Maschinengrundkörper von links, rechts oder von der Maschinenvorderseite eingesetzt werden.

In die Baugruppe kann auch eine Dunstabsaugung zur Kühlmittel-Nebelabsaugung aus dem Arbeitsraum einbezogen werden.

- 10 Eine erfindungsgemäße Baugruppe läßt sich mit besonderem Vorteil zur Herstellung von Drehmaschinen für Futterteile verwenden. Unter Futterteilen werden Drehteile verstanden, die ohne zusätzliche Abstützung auf der dem Spannfutter abgewandten Seite spanabhebend bearbeitet werden können.

- Das in die Baugruppe einzubeziehende Werkstückspeicher- und Transportband mit einer Be- und Entladestation kann umrüstfrei ausgeführt werden. Die Pick-up-Spindel kann die Fertigteile hier ablegen, 15 wonach das Band weitertaktet und die Spindel das nächste Rohteil ergreift. Das Band kann als Kettentaktband mit Transportprismen ausgeführt werden. Der Abstand der Transportprismen und somit die Speicherkapazität richten sich nach den zum Einsatz kommenden Spannfutterdurchmesser (großer Spannfutterdurchmesser = großer Abstand der Transportprismen). Die Speicherkapazität kann zum Beispiel bei 25 Werkstücken liegen. Die Werkstücke werden zur Übernahme für die Pick-up-Spindel entsprechend positioniert. 20 Unterschiedliche Werkstückhöhen werden im NC-Teilprogramm definiert. Eine gute Werkstückanlage im Spannmittel wird durch eine Andrückeinheit im Transportband gewährleistet. Dazu wird mit der Pick-up-Spindel gegen die gefederte Andrückeinheit gefahren.

Ebenfalls in die Baugruppe bzw. in das Bearbeitungszentrum kann ein Umsetzer zum Umsetzen der Werkstücke von einem Transportband auf ein anderes einbezogen sein.

- 25 Weiterhin können ein Werkstückumsetzer mit Wendeeinheit in das Bearbeitungszentrum einbezogen werden, und zwar zum gleichzeitigen Wenden und Umsetzen der halbseitig bearbeiteten Werkstücke.

- Da der Maschinengrundkörper den Arbeitsraum umschließt, ergibt sich eine kompakte Bauweise. Außerdem kann dadurch der Maschinengrundkörper mehrere Funktionen übernehmen, nämlich die Abstützung der zu bildenden Bearbeitungsmaschine, zum Beispiel einer Drehmaschine, auf dem Hallenboden 30 ohne ein zusätzliches Fundament, dem Tragen der Spindelstockeinheit mit Kreuzschlitten und Motorspindel und zum Tragen der Speicher- und Transporteinheit sowie zum Abschirmen und Umschließen des Arbeitsraumes mit den dafür benötigten Teilen.

#### Weitere erfinderische Ausführungsformen

- 35 In **Patentanspruch 2** ist eine bevorzugte Ausführungsform beschrieben.

- Bei der Ausführungsform nach **Patentanspruch 3** umschließt der Maschinengrundkörper den Arbeitsraum von mindestens drei Seiten, nämlich an den gegenüberliegenden vertikalen Seitenwänden und der vertikalen Rückwand sowie von unten her, also vom Boden. Dadurch ergibt sich eine geschlossene, 40 gekapselte Bauweise, wodurch auch etwaige Schall- und Geruchsemissionen weitgehend unterbunden werden.

Nach **Patentanspruch 4** ist der Maschinengrundkörper aus einem geeigneten Reaktionsharzbeton aufgebaut. Dadurch ergibt sich eine hervorragende thermische Stabilität mit ausgezeichneten Dämpfungseigenschaften.

- 45 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung nach den **Patentansprüchen 5, 6 und 7** ist der Grundkörper in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Querschnitt etwa L-, H- oder U-förmig gestaltet, derart, daß die vertikal angeordneten Stege oder Balken des H-förmigen Querschnittes vertikal und parallel zueinander verlaufen, während der Steg horizontal angeordnet ist.

- Diese Form kann zum Beispiel nach **Patentanspruch 9** dadurch zustandekommen, daß unter einem 50 Maschinengrundkörper Füße angeordnet werden, um den Maschinengrundkörper zum Zweck des Transports und zum Aufstellen an einen geeigneten Ort mittels eines Gabelstaplers oder dergleichen leichter zu transportieren. Diese Füße können abnehmbar ausgebildet sein für den Transport in niedrigen Werkshallen. Die Füße gestatten auch den Einschub eines Späneförderers oder Spänewagens in die Maschine von allen vier Seiten.

- 55 Der Grundkörper bildet durch seine H- oder U-Form eine stabile Basis für die aufgesetzten Baugruppen. Die Führungen des Kreuzschlittens sind oben auf den Seitenwänden aufgesetzt. Zwischen den Führungswänden im oberen Teil des "H" oder des "U" sitzen die Befestigungsbasen für das Werkzeugsystem und den Meßtaster.

Die Aussparungen, vor allem im Späne- und Kühlmittelbereich sind durch ein Formblech, das als verlorene Form in den Reaktionsharzbetonkörper eingegossen ist, geschützt. Die eingegossene Blechform schützt den Grundkörper im Späne- und Kühlmittelbereich. Weitere Aussparungen sind für die Rückführung des Speicher- und Transportbandes bei einer möglichen Variante vorgesehen.

Die H- oder U-Form erlaubt, die Führungen des Kreuzschlittens weit nach vorne über die Bearbeitungsposition hinauszuziehen. Damit ergibt sich eine stabile Basis für den multifunktionalen Schlitten. Die Maschinenabdeckung ist ein festes Blech, unten am Kreuzschlitten befestigt und dichtet den Arbeitsraum nach oben ab.

Ist der Grundkörper in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Querschnitt U-förmig gestaltet, dann verlaufen die U-Schenkel in vertikaler Ebene und parallel zueinander, während der diese U-Schenkel verbindende Steg horizontal angeordnet ist und damit parallel zu einem Fundament oder Boden verläuft.

Bisher wurden bei Drehmaschinen geschlossene Grundkörper mit horizontal, schräg oder vertikal angeordneten Führungen angewandt, die durch erfahrungsgemäß störanfällige Teleskopabdeckungen abgedeckt wurden. Die Späne fallen hierbei auf Führungen und Abdeckungen. Dieser Maschinenaufbau führt zu aufwendigen Blechabdeckungen mit Energiezuführungen im Spänebereich und großem Platzbedarf für die gesamte Maschine.

In **Patentanspruch 8** ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung beschrieben. Bei dieser weisen die Schenkel des im Querschnitt H- oder U-förmigen Maschinengrundkörpers an ihrer oberen Stirnseite je eine Parallelschiene für die Spindelstockeinheit und Kreuzschlitten auf. Auf den Parallelschienen ist der Kreuzschlitten mit geeigneten Führungen, z. B. in horizontaler Ebene (X-Achse) geführt.

Dieser Kreuzschlitten trägt an einer Stirnseite mit Abstand zueinander angeordnete vertikale Führungen bzw. Schienen, an denen die Motorspindereinheit in vertikaler Richtung verstellbar zwischen den vertikal verlaufenden Wänden des Maschinengrundkörpers angeordnet ist. Ist der Maschinengrundkörper im Querschnitt H- oder U-förmig, dann verläuft die Längsachse der Motorspindereinheit in einem Bereich zwischen den vertikalen Stegen bzw. Wänden des Maschinengrundkörpers. Auch dies trägt zu einem kompakten Aufbau der Maschine bei.

Der in das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum einbezogene Energiecontainer kann als eine freitragende Blechkonstruktion ausgeführt werden, die komplett vormontiert auf die fertig montierte Grundmaschine, bestehend aus Grundkörper, Motorspindel, Kreuzschlitten und Werkzeugsystem, aufgesetzt wird. Der Energiecontainer wird dabei mit wenigen Schrauben befestigt. Der Energiecontainer enthält den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vorkonfektionierten Anschlüssen zu den Verbrauchern. Die einzelnen Kabel werden in Pritschen verlegt und hängen in Schlaufen nach unten durch und führen zu sich bewegenden Verbrauchern, mit denen sie durch Stecker verbunden werden.

Auf dem Schaltschrank ist das Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung und unterhalb die Hydraulik bzw. Luftversorgung angeordnet.

Die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche werden wie die Elektrokabel in Schaukeln oder Schlaufen zum Verbraucher geführt. Der Energiecontainer wird am Schluß der Montage der Grundmaschine wie eine Karosserie beim Auto mit der Grundmaschine verbunden. Die Verbraucher werden angeschlossen und die Maschine ist praktisch betriebsbereit.

Hierdurch ergibt sich eine zeitsparende, preiswerte Montage mit minimalem Materialverbrauch.

Bisher war es bei Drehmaschinen üblich, die verschiedenen Energieerzeuger wie Schaltschrank, Hydraulikaggregat, Kühlaggregat und Luftversorgung einzeln an die Trägerrahmen oder Maschinenwände anzuschrauben oder freistehend mit Kabelkanälen zu verbinden. Zum Transport wurden sie häufig demontiert und später wieder montiert, womit hohe Kosten verbunden sind.

In den **Patentansprüchen 11 bis 21** sind vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

**Patentanspruch 13** beschreibt eine bevorzugte Ausführungsform eines Bearbeitungszentrums zur Herstellung einer Drehmaschine.

Aus **Patentanspruch 22** ist ein Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines einachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems ersichtlich. Dieses ist mit zusätzlicher Positionierachse zum Ein- oder Mehrspindelbohren eines Werkstückes mit drehendem oder nicht drehendem Spannfutter auf einem einachsigen Kreuzschlitten mit Positionierachse montiert, mit Blockstahlhalter, mit festen oder drehenden Werkzeugen oder Mehrfach-Scheibenrevolver mit festen oder drehenden Werkzeugen. Hierbei ergeben sich folgende Funktionen, immer von der oberen Einheit aus betrachtet:

- Greifen und Spannen eines Rohteiles und Ablegen eines Fertigteiles in der Be- und Entladezone des Speicher- und Transportbandes.
- Zentrische Bearbeitungsvorgänge wie zum Beispiel Drehen, Schleifen, Bohren, usw. sowie teilweise auch spanlose Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren.

- Messen von Werkstücken mit auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit.
- 5 - Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Meßtaster oder durch einen am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.

Aus **Patentanspruch 23** ist ein Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines zweiachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems zur Bearbeitung von Werkstücken mit zweiachsigem, multifunktionalem Kreuzschlitten, mit einer Motorspindel, Blockstahlhalter oder Mehrfach-Scheibenrevolvern und feststehenden Werkzeugen zu entnehmen. Die Funktionen, immer von der oberen Einheit aus betrachtet, sind:

- Greifen und Spannen eines Rohteiles und Ablegen eines Fertigteils in der Be- und Entladezone des Speicher- und Transportbandes.
- Zentrische Bearbeitungsvorgänge, wie z. B. Drehen, Schleifen, Bohren usw. sowie teilweise auch spanlose Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren.
- 15 - Messen von Werkstücken mit auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit.
- 20 - Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Meßtaster oder durch einen am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.

In **Patentanspruch 24** ist ein Bearbeitungszentrum zum Herstellen eines dreiachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems beschrieben, das zur Bearbeitung von Werkstücken mit zweiachsigem, multifunktionalem Kreuzschlitten, mit einer Spindeleinheit mit C-Achse, Blockstahlhalter oder Mehrfach-Scheibenrevolver, mit oder ohne angetriebene Werkzeuge. Die Funktionen, immer von der oberen Einheit aus betrachtet, sind:

- Greifen und Spannen eines Rohteils und Ablegen eines Fertigteils in der Be- und Entladezone des Speicher- und Transportbandes.
- 30 - Zentrische Bearbeitungsvorgänge, im wesentlichen Drehen, Schleifen, Bohren usw. sowie teilweise auch spanlose Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren und Kalibrieren.
- Messen von Werkstücken mit auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit.
- 35 - Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Meßtaster oder durch einen am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.

**Patentanspruch 25** beschreibt ein Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines vierachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems zur Bearbeitung von Werkstücken mit dreiachsigem, multifunktionalem Kreuzschlitten, mit einer Spindeleinheit mit C-Achse und querliegendem Doppelrevolver oder Mehrfach-Werkzeugaufnahmebalken. Der Doppelrevolver hat stehende und drehende Werkzeuge.

Die Funktionen, immer von der oberen Einheit aus betrachtet:

- Greifen und Spannen eines Rohteils und Ablegen eines Fertigteils in der Be- und Entladezone des Speicher- und Transportbandes.
- 45 - 5-Seiten-Bearbeitung für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen und dergleichen.
- Messen von Werkstücken mit dem auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit.
- 50 - Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Meßtaster oder durch einen am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.

55 **Patentanspruch 26** beschreibt ein Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines sechsachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems zur Komplettbearbeitung eines Werkstückes in zwei Aufspannungen mit dreiachsigem, multifunktionalem Kreuzschlitten, mit einer Spindeleinheit mit C-Achse und einer unteren, multifunktionalen Arbeitseinheit und mit einer E-Achse zum Schwenken und mit einer Spindeleinheit mit F-

**Achse.**

Die Funktionen, immer von der oberen Einheit aus betrachtet:

- Greifen und Spannen eines Rohteils und Ablegen eines Fertigteiltes in der Be- und Entladezone mit der Spannvorrichtung (Futter auf der oberen Arbeitseinheit).
- 5 - 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden oder teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw.
- Messen der Werkstücke mit einem auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Entnahme von Werkzeugen durch Werkzeuggreifer, die an der oberen Einheit befestigt sind, aus der unteren Arbeitsspindel und Übergabe an das Speicherband und umgekehrt.
- 10 - Vermessen der eingewechselten unteren Werkzeuge mit dem am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in dem Arbeitsraum positionierbarem Meßtaster.
- Abnehmen der Schutzkappe von der Spannvorrichtung der unteren Arbeitseinheit durch den Werkzeuggreifer der oberen Einheit und Übergabe an das Speicherband und umgekehrt.
- Umspannen des halbfertigen Werkstückes in die Spannvorrichtung der unteren Arbeitseinheit.
- 15 - Abdecken des oberen Werkstückspannfutters durch direktes Aufnehmen der Schutzkappe vom Speicherband oder umgekehrt.
- Einwechseln von Bearbeitungswerkzeugen in die obere Arbeitsspindel direkt aus dem Speicherband in der Be- und Entladezone und wieder abgeben an dieses.
- Vermessen der in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Werkzeuge mit dem auf dem Grundkörper angeordneten Meßtaster.
- 20 - Bearbeitung der noch unbearbeiteten Werkstückoberflächen für das Werkstück, das in der unteren Arbeitsspindel gespannt ist. Es sind ebenfalls alle genannten Bearbeitungsverfahren möglich.
- Messen von Teilen, die in der unteren Arbeitsspindel gespannt sind, mit dem am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.
- 25 - Entnehmen des fertigen Werkstückes aus der unteren Arbeitseinheit und Übergabe an das Speicherband.

Aus **Patentanspruch 27** ist ein Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines siebenachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems zur Komplettbearbeitung eines Werkstückes in zwei Aufspannungen mit vierachsigen, multifunktionalem Kreuzschlitten mit D-Achse zu entnehmen, mit einer Spindeleinheit mit C-Achse und einer unteren, multifunktionalen Arbeitseinheit mit einer E-Achse zum Schwenken und einer Spindeleinheit mit F-Achse.

Die Funktionen, immer von der oberen Einheit betrachtet:

- Greifen und Spannen eines Rohteils und Ablegen eines Fertigteiltes in der Be- und Entladezone mit der Spannvorrichtung (Futter auf der oberen Arbeitseinheit).
- 35 - 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw.
- Messen der Werkstücke mit einem auf dem Grundkörper angeordnetem Meßtaster.
- Entnahme von Werkzeugen durch Werkzeuggreifer, die an der oberen Einheit befestigt sind, aus der unteren Arbeitsspindel und Übergabe an das Werkzeugmagazin und umgekehrt.
- 40 - Vermessen der eingewechselten unteren Werkzeugen mit dem am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.
- Abnehmen der Schutzkappe von der Spannvorrichtung der unteren Arbeitseinheit durch den Werkzeuggreifer der oberen Einheit und Übergabe an das Speicherband und umgekehrt.
- Umspannen des halbfertigen Werkstückes in die Spannvorrichtung der unteren Arbeitseinheit.
- 45 - Abdecken des oberen Werkstückspannfutters durch direktes Aufnehmen der Schutzkappe vom Speicherband oder umgekehrt.
- Einwechseln von Bearbeitungswerkzeugen in die obere Arbeitsspindel direkt aus dem Speicherband in der Be- und Entladezone und wieder abgeben an dieses.
- Vermessen der in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Werkzeuge mit dem auf dem Grundkörper angeordneten Meßtaster.
- 50 - Bearbeitung der noch unbearbeiteten Werkstückoberflächen für das Werkstück, das in der unteren Arbeitsspindel gespannt ist. Es sind ebenfalls alle genannten Bearbeitungsverfahren möglich.
- Messen von Teilen, die in der unteren Arbeitsspindel gespannt sind, mit dem am oberen Kreuzschlitten angeordneten, in den Arbeitsraum positionierbaren Meßtaster.
- 55 - Entnehmen des fertigen Werkstückes aus der unteren Arbeitseinheit und Übergabe in das Speicherband.

In den **Patentansprüchen 28 bis 33** sind vorteilhafte Ausführungsformen beschrieben.



Das Bearbeitungszentrum kann durch eine kombinierte Werkstück- und Werkzeugspannvorrichtung ergänzt sein. Diese dient zum Einsatz innerhalb der multifunktionalen oberen und unteren Arbeitseinheiten, bestehend aus einem zentrisch spannenden Mehrbackenfutter oder einem beliebig gestalteten Sonderspannfutter mit einer mittigen Werkzeugaufnahme. Beide Spanneinrichtungen (Werkzeuge und Spannfutter) werden über eine Zugstange betätigt. Eine Schutzkappe verhindert beim Einsatz als Werkzeugspannvorrichtung die Verschmutzung der Werkstückspannbacken. Hierdurch werden ein Spannfutter und eine Werkzeugaufnahme miteinander kombiniert, wobei eine Zugstange beides betätigt.

Es ist ein wahlweiser Einsatz als Werkstückspannfutter oder Werkzeugaufnahme ohne Umbau möglich, wobei der Futterwechsel oder Einsatz von Sonderwerkzeugaufnahmen in multifunktionaler Arbeitseinheit gegeben ist.

Das Bearbeitungszentrum kann außerdem durch eine untere multifunktionale Arbeitseinheit mit mehreren festen Werkzeugen und einer außermittig gelagerten Arbeitsspindel ergänzt werden. Die gesamte Einheit schwenkt CNC-gesteuert und die Arbeitsspindel kann somit in ihrer Schwenkachse (E-Achse) in jedem beliebigen Winkel arbeiten. Die Arbeitsspindel wird stufenlos von einem eingebauten oder außenliegenden AC-Motor angetrieben. Die Arbeitsspindel kann eine kombinierte Werkstück- und Werkzeugspannvorrichtung zur wahlweisen Aufnahme von Werkzeugen und Werkstücken besitzen. Die Arbeitsspindel hat eine CNC-gesteuerte Achse (F-Achse).

Beim Stand der Technik sind getrennte Einheiten auf separaten oder einem gemeinsamen Arbeitsschlitten, oder Revolver mit drehenden Werkzeugen für meist untergeordnete Arbeiten vorgesehen. Die Lebensdauer dieser Werkzeuge ist häufig gering.

Durch die Erfindung ist die Kombination einer vollwertigen Arbeitsspindel mit einem Mehrfach-Scheibenrevolver auf einer Achse gegeben. Die außermittig gelagerte Arbeitsspindel ermöglicht den Einsatz einer Vorsatzspindel mit günstigem kurzem Z-Hub. Dabei ist ein kombinierter Einsatz der Arbeitsspindel möglich, und zwar kann diese Spindel einmal als Werkstückträger und einmal als Werkzeugträger vorgesehen sein.

Hierdurch ist es möglich, alle Teile in einem System (Maschine) fertig zu bearbeiten.

Dies ist besonders vorteilhaft beim Bearbeiten aus dem Vollen, z. B. im Prototypenbau, da keine teuren Vorrichtungen benötigt werden.

Weiterhin ist die Verwendung normaler Standard-Werkzeuge und Futter möglich.

Es können rotationssymmetrische wie auch kubische Teile bearbeitet werden.

Der Einsatz von 4-Backen-, 2-Backen-Futtern und Sonderspanneinrichtungen ist möglich.

Bei Verwendung von weichen Backen können diese vom jeweils gegenüberliegenden Futter aus bearbeitet und auf entsprechend hohe Genauigkeit gebracht werden.

In das erfindungsgemäße Bearbeitungszentrum läßt sich ein Speicherband mit Transportband für Werkstücke und Werkzeuge integrieren. Für die Werkstücke können Prismenmitnahmen, Paletten, die der Teileform angepaßt sind oder Spannpaletten oder andere teileformabhängigen Mitnehmer eingesetzt werden.

Für Werkzeuge besteht die Möglichkeit, Werkzeugpaletten mit Werkzeugen zu bestücken, die nach unten und oben stehen können.

Die Bänder können in Einfach- oder Doppelausführung, parallel oder einzeln laufend angeordnet, um die Maschine herum, nach vorn oder durch die Maschine hindurch angeordnet werden.

Durch die Reibung zwischen der festen Auflage und dem Teil oder der Palette hält der Mitnehmer das Teil bzw. die Palette beim Abbremsen und im Stillstand sicher in Position. Das Transportband wird beim Einrichten durch eine einfache Verstellung am Antrieb auf den jeweiligen Teiledurchmesser eingestellt.

Hierdurch ergibt sich der Vorteil eines universellen, weitestgehend umrüstungs freien Transportbandes mit Positionierung der Werkstücke und Werkzeuge, zum Greifen und Spannen im Futter bzw. in der Werkzeug-Aufnahme, in Verbindung mit einer einfachen Andrückstation aus Blechteilen zum exakten Anlegen der Werkstücke oder Werkzeuge im Futter.

Bisher werden üblicherweise Paletten mit Rollen oder Gleitschuhen, auf denen man ein Teil in deren Mitte legt, zum Beispiel im Oval transportiert. Es gibt eine Vielzahl von Ketten- und Taktbändern, aber kein System, in dem ein Transport-Prisma ein rundes Teil mit seiner Mitte durch einen positionierten Stop auf Mitte der Übergabeposition setzt. In den bekannten Ausführungen mußten Vereinzeler oder geeignete Einrichtungen angeordnet werden, um das Teil mittig zu positionieren.

In das Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung läßt sich auch ein automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen sowie Wechsel der Werkzeuge und der Spannvorrichtungen beim Umrüsten integrieren.

Die Werkzeuge werden auf dem Speicher- und Transportband in Wechselpaletten bereitgestellt. Die Paletten selbst werden bei Bedarf an Stelle von Werkstücken auf das Band gesetzt, durch die Prismenkette zentriert und weitergetaktet.

Die Werkzeuggreiferzange am multifunktionalen Kreuzschlitten greift das erste verschlissene Werkzeug aus dem Werkzeugträger und setzt es in die erste leere Werkzeugaufnahmepalette auf dem Speicherband.

Dann wird das erste neue Werkzeug in die gerade freigemachte Position im Werkzeugträger gesetzt. Das zweite verschlissene Werkzeug wird gegriffen und die vorher leer gewordene Palette gesetzt. Der Vorgang wiederholt sich bis alle verschlissenen Werkzeuge ausgewechselt sind. Die ausgewechselten Werkzeuge werden mit den Paletten vom Band genommen, um dieses für Werkstücke freizumachen.

Die nicht voreingestellten Werkzeuge werden durch einen ebenfalls in die obere Arbeitseinheit einwechselbaren oder vorhandenen Meßtaster vermessen. Die Werkzeugmaße werden automatisch in der Maschinensteuerung eingespeichert.

Zur ersten Vermessung der Werkzeugaufnahmepositionen und zur Nachprüfung nach Kollisionen kann ein Kalibrierstift an Stelle eines Werkzeuges eingewechselt und mit dem Meßtaster vermessen werden, wobei die neue Grundposition der Werkzeugaufnahme in den Maschinendaten hinterlegt wird.

Hierdurch ergibt sich ein einfaches Werkzeugwechselsystem, wobei nach Kollisionen einfachstes Wiedereinjustieren gegeben ist.

In dieser Ausführung erfolgt ein Werkzeugwechsel auf einfache Weise automatisch ohne teuren Werkzeugspeicher und ohne Werkzeugwechselarm, sondern nur mit einer Greiferzange. Durch Aufsetzen der Werkzeuge auf das Werkstück-Transportband wird nur so viel Platz benötigt, wie Werkzeuge gebraucht werden.

Bisherige Werkzeugwechsler und Speicher sind teure, voluminöse Einheiten, die die Bedienbarkeit der Maschine häufig stark beeinträchtigen.

In dem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum lassen sich auch Werkzeugträgersysteme integrieren.

Es kann ein Blockstahlhalter, aufgesetzt auf den Grundkörper an Stelle eines Mehrfach-Scheibenrevolvers, Anwendung finden. Bei Einzelwerkzeugaufnahme für einfache Bearbeitungsoperationen lassen sich stehende Werkzeuge in Verbindung mit drehenden Werkstückspannern auf der oberen Arbeitseinheit zum Drehen und Bohren einsetzen, oder drehende Werkzeuge zum Bohren und Fräsen auch für außermittige Bearbeitungen sowie Mehrspindelbohrköpfe.

Weiterhin lassen sich für Systeme mit zwei und mehr Achsen Werkzeugbalken mit mehreren Werkzeugaufnahmen linear in X-Richtung auf Spindelmitte und/oder parallel dazu anordnen, und zwar für stehende Werkzeuge zum Drehen und Bohren, oder aber für drehende Werkzeuge zum Bohren ein- und mehrspindlig und zum Fräsen, in Kombination stehenddrehend zum Drehen, Bohren, Fräsen, gegebenenfalls auch mehrere Werkzeugbalken, parallel angeordnet mit stehenden- und/oder drehenden Werkzeugen zum Einsatz ab 4-achsigen Systemen.

Es lassen sich Revolver, aufgesetzt auf den Grundkörper mit parallel zur X-Achse verlaufender Schwenkachse einsetzen, und zwar als Mehrfach-Scheibenrevolver mit verschiedenen Werkzeugaufnahmesystemen, kurzen Schwenkzeiten durch Drehstrom-Servomotor mit Richtungslogik. Des weiteren solche für stehende Werkzeuge zum Drehen und Bohren, Rollieren und so weiter, oder für angetriebene Werkzeuge in einigen Stationen zum Drehen, Bohren, Fräsen usw.

Es sind auch Doppel-Revolver mit einer quer zur X-Achse verlaufenden Schwenkachse mit zwei parallelen Werkzeugträgern, ein Werkzeugträger für stehende Werkzeuge zum Drehen oder dergleichen, der zweite für angetriebene Werkzeuge höherer Antriebsleistung zum Bohren und Fräsen, verwendbar, gegebenenfalls auch zum Einsatz von Mehrspindelbohrköpfen.

In den Patentansprüchen 34 bis 41 sind weitere sehr vorteilhafte Ausführungsformen beschrieben. Hinsichtlich der vorteilhaften Eigenschaften und Wirkungen, die durch die Merkmale dieser Patentansprüche erzielt werden, wird auf die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele verwiesen.

In der Zeichnung ist die Erfindung - teils schematisch - an Ausführungsbeispielen veranschaulicht. Es zeigen:

- Fig. 1 eine aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum zusammengebaute Bearbeitungszelle;
- Fig. 2 ein Teil-Bearbeitungszentrum gemäß der Erfindung in perspektivischer Explosionsdarstellung;
- Fig. 3 das aus Figur 2 ersichtliche Bearbeitungszentrum, zu einer Bearbeitungszelle gemäß Figur 1 zusammengebaut, in perspektivischer Darstellung, teils weggebrochen dargestellt;
- Figuren 4 bis 17 eine aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum zusammengebaute Bearbeitungszelle in verschiedenen Bearbeitungssituationen;
- Fig. 18 eine weitere Bearbeitungsmaschine, zusammengebaut aus einem erfindungsgemäßen Bearbeitungszentrum teils im Schnitt, teils in der Ansicht;
- Fig. 19 eine Draufsicht zu Figur 20 ergänzt durch ein Werkzeugmagazin;

- Fig. 20 eine Ansicht in Richtung des Pfeiles A der Figur 19, teils im Schnitt;  
 Fig. 21 eine Ausführungsform gemäß Figur 20, wobei ein Revolver mit einem angetriebenen Werkzeug ausgerüstet ist;  
 Fig. 22 eine Ausführungsform gemäß Fig. 4, wobei die Motorspindel mit einem CNC-Plandrehkopf ausgerüstet ist;  
 5 Fig. 23 eine Draufsicht zu Fig. 22;  
 Fig. 24 ein erfindungsgemäßes Spannfutter, teils im Längsschnitt, teils in der Ansicht;  
 Fig. 25 eine Stirnansicht zu Figur 24;  
 Fig. 26 mit verschiedenen Werkzeugen bestückte Werkzeugpaletten auf einem Prismenband;  
 10 Fig. 27 eine Bohrmaschine und zwei Drehmaschinen, die aus Bausätzen gemäß der Erfindung aufgebaut worden sind, zusammengestellt zu einer Transferstraße;  
 Fig. 28 mehrere Bearbeitungsmaschinen zusammengesetzt zu einer Transferstraße;  
 Fig. 29 einen als Energiecontainer ausgebildeten Container, bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;  
 15 Fig. 30 das Bearbeitungszentrum in Greifstellung für ein Werkstück;  
 Fig. 31 die Bearbeitungsstellung der Motorspindel des aus der Fig. 30 ersichtlichen Bearbeitungszentrums;  
 Fig. 32 das Messen eines Werkstücks, bei dem aus den Fig. 30 und 31 ersichtlichen Bearbeitungszentrum;  
 20 Fig. 33 das Messen eines Werkstücks, bei dem aus den Fig. 30 und 31 ersichtlichen Bearbeitungszentrum, wobei der Meßtaster in den Arbeitsraum eingeschwenkt ist;  
 Fig. 34 das Ablegen des bearbeiteten Werkstücks auf ein Speicher- und Transportband.
- In Figur 1 ist eine aus einem erfindungsgemäßen, nachfolgend im einzelnen noch beschriebenen Bausatz aufgebaute Bearbeitungsmaschine in Anwendung auf eine CNC-gesteuerte Bearbeitungszelle 1, auch Bearbeitungszentrum genannt, veranschaulicht. Einzelne Hauptkomponenten des erfindungsgemäßen Bausatzes sind insbesondere aus den Figuren 2 und 3 zu erkennen. Dieser Bausatz besteht im wesentlichen aus einem Energiecontainer 2, einer Motorspindel 3, einer Blechabdeckung 4, einem Kreuzschlitten 5 und einem Maschinengrundkörper 6.
- 30 Der Energiecontainer 2 ist als freitragende Blechkonstruktion ausgebildet, die vollständig vormontiert auf die fertig montierte Grundmaschine aufgesetzt und mit wenigen Schrauben befestigt wird. Der Energiecontainer 2 enthält den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vorkonfektionierten Anschlüssen zu den Verbrauchern. Die einzelnen Kabel 7 sowie die hydraulischen und/oder Luftversorgungsleitungen (Fig. 3 und 20) werden in Pritschen 8 verlegt und hängen in Schlaufen herunter, so daß sie den Bewegungen der Motorspindel 3 und des Kreuzschlittens 5 zu folgen vermögen. Die Kabel 7 sind mit den einzelnen Verbrauchern über Stecker verbunden, so daß die Kupplungen sehr schnell lösbar, aber auch wieder herzustellen sind.
- Auf dem Schaltschrank ist ein nicht näher dargestelltes Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung vorgesehen, während sich unter dem Schaltschrank die Hydraulik- und Luftversorgung befindet (nicht dargestellt). Die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche (nicht dargestellt) werden wie die Elektrokabel 7 in Schlaufen zu den Verbrauchern geführt wie dies im Zusammenhang mit den Kabeln 7 beschrieben wurde.
- 40 Der Energiecontainer 2 wird am Schluß der Montage wie eine Karosserie beim Auto mit der Grundmaschine verbunden, so daß sich das aus Figur 1 ersichtliche Äußere ergibt. Danach werden die Verbraucher angeschlossen und die Maschine ist praktisch betriebsbereit. Dies ergibt ein sehr zeitsparendes, preiswertes Verfahren mit minimalem Materialverbrauch.
- Die Motorspindel 3 besteht aus einem im einzelnen nicht dargestellten, die Spindel 9 konzentrisch umgebenden Motor 10, der bei der dargestellten Ausführungsform ein hochdynamischer frequenz geregelter wartungsfreier Drehstrom-Spindelmotor mit zum Beispiel 10/16 kW Zerspanleistung bei 100/40 % ED ist.
- 50 Die Motorspindel 3 ist in einer Trägereinheit 11 angeordnet, die plattenförmig ausgestaltet und über mehrere Rippen 12, 13 mit dem Motorgehäuse einstückig verbunden ist (Fig. 2, 3).
- Die Trägereinheit 11 ist mit zwei Paaren mit Abstand zueinander angeordneten, gleichgroßen Führungsschuhen 14, 15 bzw. 16, 17 durch Schrauben oder dergleichen fest verbunden und auf Führungsschienen 18, 19 des Kreuzschlittens 5 in vertikaler Ebene geführt.
- 55 Bei der aus den Figuren 2 und 3 ersichtlichen Ausführungsform ist die Spindelstockeinheit, bestehend aus Motorspindel 3 und Kreuzschlitten 5, zweiachsig ausgeführt. Das bedeutet, daß der Kreuzschlitten 5 in horizontale Ebene - in Richtung der Achse X - X - und die Motorspindel 3 in vertikaler Ebene in Richtung der Achse Z - Z CNC-gesteuert verstellbar ist. Zum Anfahren der verschiedenen Zonen mit der X-Achse

(horizontal) beträgt der Hub zum Beispiel 560 mm. Kurze Nebenzeiten beim Werkzeugwechsel und beim Anfahren des Meßtasters werden auch hier durch eine hohe Eilanggeschwindigkeit erreicht.

### Beispiel für die Motorspindel 3:

Motorspindel der Spindelkopfgröße 4  
Durchmesser im vorderen Lager 75 mm  
Drehzahl 8000 U/min

Hohe Steifigkeit der Spindel 9 durch Präzisionslager.  
Schräggugellager vorne und Zylinderrollenlager hinten.  
Alle Lager mit Lebensdauer-Fettschmierung.

Durch den thermosymmetrischen Aufbau der Spindelstockeinheit 3, 5 und durch ein Kühlsystem ergibt sich eine konstante Genauigkeit.

Der Kreuzschlitten 5 wird durch einen reaktionsschnellen, frequenzgeregelten wartungsfreien Drehstrommotor angetrieben. Dieser Antrieb treibt den Kreuzschlitten 5 über hochpräzise geschliffene Kugelrollspindeln an. In der X-Achse ist ein gekapseltes Linear-, in der Z-Achse ein Rotativ-Meßsystem eingebaut. Beide Führungssysteme sind außerhalb des Arbeitsraumes angeordnet. Darauf wird weiter unten noch näher eingegangen werden.

Der Kreuzschlitten 5 weist auf jeder Seite beabstandete, gleichgroße Führungsschuhe 20, 21, 22 und 23 auf (Figur 2).

Die Führungsschuhe 20 bis 23 sind mit dem Körper des Kreuzschlittens 5 durch Schrauben oder dergleichen einstückig, aber lösbar, verbunden.

Die Führungsschuhe 20, 21 bzw. 22, 23 sind auf parallel und mit Abstand zueinander angeordneten Führungsschienen 24 und 25 geführt. Sowohl diese Führungen für den Kreuzschlitten 5 als auch die Führungen 18 und 19 für die Trägereinheit 11 mit Motorspindel 3 mit den Führungsschuhen 14, 15, 16 und 17 können z. B. mit hochpräzisen, vorgespannten Linear-Rollenführungen versehen sein, deren Reibwert mehr als zehnmal geringer ist als bei konventionellen Gleitführungen. Dieses System garantiert hohe Drehpräzision und hohe Dynamik.

Die Motorspindel 3 und der Kreuzschlitten 5 sind in beiden Achsen mit hängend angeordneten Energiezuführungen ausgerüstet. Sie sind einfach aufgebaut, wartungsfrei und außerhalb des Spänebereichs angeordnet.

Der Grundkörper 6 besteht aus Reaktionsharzbeton und weist bei der insbesondere aus den Figuren 3 und 4 ersichtlichen Ausführungsform in einem durch seine Längsachse geführten, orthogonalen Querschnitt eine H-Form auf und besitzt damit eine stabile Basis für die aufgesetzten Baugruppen, also für den Energiecontainer 2, die Motorspindel 3, die Blechabdeckung 4 und den Kreuzschlitten 5.

Zwischen den Seitenwänden 26 und 27 (Fig. 2, 3) im oberen Teil des "H" des Grundkörpers 6 sitzen die Befestigungsbasen für das Werkzeugsystem und den Meßtaster 47.

Der Grundkörper 6 steht auf vier Maschinenfüßen 28, die in den Eckbereichen des Grundkörpers 6 angeordnet und die z. B. für den Transport der Maschine mit einem Gabelstapler oder dergleichen in niedrigen Werkshallen und durch Tore abschraubbar sind.

Die Aussparungen, vor allem im Späne- und Kühlmittelbereich, sind durch ein Formblech 29, das als verlorene Form in den Reaktionsharzbeton des Grundkörpers 6 eingegossen ist, geschützt. Zwei weitere Aussparungen 30 und 31 sind für die Rückführung des in den Figuren 1 bis 3 nicht dargestellten Speicher- und Transportbandes bei einer möglichen Variante vorgesehen (Fig. 19 und 20).

Die Führungsschienen 24 und 25 sind an der Oberseite der senkrechten und parallel zueinander verlaufenden Seitenwände 26 und 27 des Grundkörpers 6 angeordnet.

Ein Arbeitsraum 34 und eine Meßzone 35 werden von den U-Schenkel bildenden Seitenwänden 26 und 27 und von dem die Seitenwände 26 und 27 materialmäßig einstückig verbindenden, dem Boden zugekehrten Steg 37 sowie einer mit den Seitenwänden 26 und 27 ebenfalls einstückig verbundenen Rückwand 38 (Fig. 2) umschlossen. Dadurch ist der durch den Grundkörper 6 gebildete Raum nur nach oben und nach vorn offen. Nach oben wird dieser Raum durch den Kreuzschlitten 5 mit der Blechabdeckung 4 abgedeckt, während an der Vorderseite eine Be- und Entladezone 39 mit einem Verschußrollo 40 angeordnet ist.

Durch die Be- und Entladezone 39 führt ein endloses Speicher- und Transportband 41 (Figur 1), auf dem Werkstücke 42 angeordnet sind. Auf dem Speicher- und Transportband 41 können sich auch Werkzeuge befinden.

Der Grundkörper 6 dient auch in der nachfolgend noch beschriebenen Art und Weise zur Aufnahme von Werkzeugträgern und Revolvern als feststehende Einheit. Dies läßt hohe Werkzeugstandzeiten erwarten;

zum Beispiel 30 bis 50 % mehr als bisher.

Außerdem ermöglicht der Grundkörper 6 die nachfolgend beschriebene Befestigung einer multifunktionalen unteren Arbeitseinheit oder eines Doppelrevolvers in den beiden Seitenwänden 26 und 27. Damit ergibt sich eine einfache Arbeitsraumabdeckung bei geringem Platzbedarf in Abhängigkeit von den maximal zu bearbeitenden Werkstückabmessungen.

Die H-Form erlaubt es, die Führungsschienen 24 und 25 des Kreuzschlittens 5 weit nach vorne über die Bearbeitungsposition hinauszuziehen. Damit ergibt sich eine stabile Basis für den multifunktionalen Schlitten. Die Maschinenabdeckung besteht aus der festen Blechabdeckung 4, die unten am Kreuzschlitten 5 befestigt ist und einen gut geschlossenen Arbeitsraum 34 nach oben abschließt.

Das eingegossene Formblech 29 schützt den Maschinengrundkörper 6 im Späne- und Kühlmittelbereich.

Der Arbeitsraum 34 ist an der Vorderseite in Richtung auf die Be- und Entladezone 39 durch eine in vertikaler Ebene bewegliche Tür 43 verschlossen. Auf der diametral gegenüberliegenden Seite ist der Arbeitsraum 34 zur Meßzone 35 durch eine weitere Tür 44 ebenfalls dicht verschlossen.

Späne fallen nach unten in einen Spänetörderer 45, von wo aus sie in einem Spänewagen 46 (Fig. 18) abtransportiert werden. Dadurch ist der Arbeitsraum 34 absolut dicht von der Be- und Entladezone 39 und von der Meßzone 35 getrennt.

Entgegen der Darstellung in den Figuren 1 bis 3, können bei einer Alternativlösung zusätzlich zur X- und Z-Achse dem Kreuzschlitten 5 auch noch ein Schieber 111 zur Bildung einer Y-Achse und/oder eine C-Achse (Figur 3) zugeordnet sein, wie dies im Zusammenhang mit der Ausführungsform nach Fig. 18 bis 20 dargestellt ist, bei welcher der Kreuzschlitten 5 in der Y-Achse auf zwei beabstandeten Führungsschienen 100, 101 geführt ist.

Mit dem Bezugszeichen 47 ist ein Meßtaster bezeichnet, der auf einer Revolvereinheit 48 und Werkzeugträger 50 mit horizontaler Achse 49 angeordnet ist. Der Werkzeugträger 50 trägt auf seinem Umfang mehrere Werkzeuge, zum Beispiel Meißel 51 und Bohrer 52. Mit 53 ist ein Antriebsmotor für die Revolvereinheit 48 bezeichnet.

Die Motorspindel 3 ist in Richtung der Z-Achse motorisch beweglich und weist an ihrem unteren Ende ein Spannfutter 54 zur Aufnahme von Werkstücken 42 von dem Speicher-Transportband 41 auf.

Die Motorspindel 3 taucht durch eine ihren Außenabmessungen formmäßig angepaßten Bohrung 56 (Figur 2) in der Blechabdeckung 4 in den Arbeitsraum 34 ein. An ihrer Außenmantelfläche 57 ist die Motorspindel 3 durch eine nicht dargestellte Dichtung abgedichtet, so daß auch an dieser Stelle der Arbeitsraum 34 nach außen hin schmutz- und feuchtigkeitsdicht abgedichtet sind.

Alle Bewegungen der Motorspindel 3, des Kreuzschlittens 5, der Werkzeuge 51, 52, und gegebenenfalls des Meßtasters 47 sowie das Aufnehmen und Transportieren von Werkzeugen und Werkstücken ist in die CNC-Steuerung der Maschine einbezogen.

Das Speicher- und Transportband 41 kann umrüstfrei ausgeführt sein. Auf dieses Speicher- und Transportband 41 legt die als Pick-up-Spindel ausgeführte Motorspindel 3 ein fertig bearbeitetes Werkstück 55 ab, wonach das Speicher- und Transportband 41 weiterläuft und danach das nächste Rohteil 103 ergriffen wird. Das Speicher- und Transportband 41 kann als Kettentraktband mit Transportprismen ausgeführt sein. Der Abstand der Transportprismen und somit die Speicherkapazität richtet sich nach dem zum Einsatz kommenden Spannfutterdurchmesser (großer Spannfutterdurchmesser = großer Abstand der Transportprismen). Die Werkstück-Rohteile 103 werden zur Übernahme für die Motorspindel 3 auf Mitte positioniert. Unterschiedliche Werkstückhöhen werden im NC-Teileprogramm definiert. Eine gute Werkstückanlage im Spannmittel wird durch eine Andrückeinheit im Speicher- und Transportband 41 gewährleistet. Dazu wird mit der Motorspindel 3 gegen die gefederte Andrückeinheit gefahren. Beispielsweise können folgende Abmessungen für Werkstücke in Betracht kommen:

Werkstückdurchmesser 130 mm

Werkstückhöhe 75 mm

Selbstverständlich ist die Erfindung auf derartige Abmessungen nicht beschränkt.

Die Wirkungsweise der aus den Figuren 1 bis 17 veranschaulichten Ausführungsformen ist folgende:

Die Motorspindel 3 ist im Pick-up-Spindel-Drehautomat besonders geeignet, außer den Drehoperationen auch den Werkstückwechsel in zum Beispiel nur fünf Sekunden auszuführen. Dazu wird außer dem Drehautomaten nur ein einfaches, preiswertes Werkstückzu- und -abführband in Form des Speicher- und Transportbandes 41 benötigt. Durch Programmieren der Spindelstockeinheit 3, 5 können die Werkstückparameter zum Be- und Entladen der Werkstücke 103, 55 benutzt werden. Sämtliche Bewegungen zum Be- und Entladen der Spindel 3, zum Zerspanen sowie zum Messen der Werkstücke 55 werden mit der Pick-up-Spindel 3 ausgeführt.

Auf dem aus Figur 1 ersichtlichen Speicher- und Transportband 41 werden die zu bearbeitenden 103 und die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 gefördert. Angenommen, die Bearbeitungsmaschine befindet sich in der aus Figur 4 ersichtlichen Station wobei die Tür 43 bereits geöffnet, das heißt in der vollständig nach unten abgesenkten Stellung ist. Dann fährt die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach unten. Das

Spannfutter 54 ergreift ein Werkstück-Rohteil 103, das sich auf dem Speicher- und Transportband 41 befindet.

Alsdann bewegt sich die Motorspindel 3 gemäß Figur 5 in Pfeilrichtung Z vertikal nach oben.

Gemäß Figur 6 wird, nachdem die Motorspindel 3 das Werkstück-Rohteil 103 aufgenommen hat, in Pfeilrichtung X, also horizontal auf den Führungsschienen 24 und 25 des Maschinengrundkörpers 6 verfahren, wobei sich der Kreuzschlitten 5 soweit bewegt, bis sich die Motorspindel 3 mit dem aufgenommenen Werkstück-Rohteil 103 im Arbeitsraum 34 befindet (Figur 7). Die Tür 43 wird in die geschlossene Stellung, also vertikal nach oben, bewegt. Dann erfolgt die Bearbeitung des Werkstückes 42 durch den Meißel 51 (Figur 8).

Nach Fertigstellung dieser Operation bewegt sich die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach oben (Figur 9).

Der Kreuzschlitten 5 wird daraufhin in Pfeilrichtung X gemäß Figur 10 weiterbewegt, und zwar bis sich das von der Motorspindel 3 gehaltene Werkstück 42 in einer Stellung befindet, in der der inzwischen in Bearbeitungsstellung durch die Revolvereinheit 48 geschwenkte Bohrer 52 (Figur 9) in Aktion treten kann.

Gemäß Figur 11 wird die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach unten gefahren und dabei der Bearbeitungsvorgang an dem Werkstück 42 vollzogen.

Anschließend wird gemäß Figur 12 die Werkstückspindel in Pfeilrichtung Z nach oben gefahren, die Tür 44 zur Meßzone 35 vollständig geöffnet, so daß gemäß Figur 13 der Kreuzschlitten 5 mit der Motorspindel 3 und dem Werkstück 55 sich zu dem auf der Revolvereinheit 48 montierten Meßtaster 47 bewegen kann. Mehrere Meßprogramme können in der CNC-Steuerung der Maschine hinterlegt werden. Somit ist es möglich, unmittelbar nach einem Werkzeugwechsel zu messen. Weiterhin ist es möglich, während der laufenden Produktion vorbestimmte Teile, zum Beispiel jedes zehnte oder zwanzigste Werkstück, zu messen.

Nachdem der Meßvorgang beendet ist, wird die Motorspindel 3 in Pfeilrichtung Z nach oben (Figur 14) und der Kreuzschlitten 5 in Pfeilrichtung X wieder nach vorn gefahren (Figur 15). Die Tür 44, die den Arbeitsraum 34 zur Meßzone 35 verschließt, fährt in ihre geschlossene Stellung (Figur 15). Die Motorspindel 3 wird in Pfeilrichtung Z gemäß Figur 16 nach unten gefahren und legt das fertig bearbeitete Werkstück 55 auf dem Speicher- und Transportband 41 ab und fährt nach oben in eine Lage, in der sie gemäß Figur 17 zur Aufnahme eines neuen, unbearbeiteten Werkstückes 103 in Bereitstellung ist, woraufhin sich der Bearbeitungszyklus wiederholen kann.

Dadurch, daß die Be- und Entladezone 39, der Arbeitsraum 34 und die Meßzone 35 in der X-Richtung hintereinander angeordnet sind, ergibt sich ein störungsfreier Maschinenablauf. Die konsequente Trennung dieser drei Bereiche 39, 34 und 35 verhindert Späneprobleme bei dem Be- und Entladen der Werkstücke 103 bzw. 55 oder beim Messen. Die hängend angeordneten Werkstücke 103 bzw. 55 tragen zu einem optimalen Späneabfluß bei.

#### Steuerungsbeschreibung:

Bahnsteuerung Siemens 805 T mit integrierter PLC-Steuerung

Das Steuerungskonzept der in den Figuren 1 bis 17 dargestellten Bearbeitungsmaschine ist so angelegt, daß eine einfache Maschinensteuertafel, mit den für die Produktion notwendigen Bedienelementen, verwendet wird.

Zum Umrüsten auf ein neues Werkstück wird ein fahrbares Bedienpult mit Bildschirm, alphanumerischer Tastatur und Softkeytasten verwendet, das per Kabel und Stecker mit der Maschinensteuerung verbunden wird.

Diese Technik ist beim Einsatz mehrerer Maschinen kostengünstiger als pro Maschine ein vollwertiges Bedienpult. Außerdem hat der Maschinenbediener (nicht Einrichter) für den Produktionsablauf eine leichter zu beherrschende Bedienoberfläche.

Bedientafel mit 12" Monochrom-Bildschirm Handeingabe über alphanumerische Volltastatur Wiederanfahren an die Kontur

Bedienerunterstützung mittels 7 Softkeys über Softkey-Menue

Konventionelles Fahren in 2 Achsen simultan Automatischer Satzvorlauf auf eine Unterbrechungsstelle Programmtestlauf ohne Maschine oder nur in einzelne Achsen

NC-Teileprogrammspeicher 16 KByte Schneidenradiuskompensation  
 Programmeingabe simultan zur Programmbearbeitung Bearbeitungszyklen:  
 Direkte Kreisradiusprogrammierung  
 Bezugs- und Kettenmaßprogrammierung

- 5 Unterprogrammtechnik
  - Parametertechnik
  - 1000 R-Parameter
  - Parameterrechnung
  - Parametervergleich
- 10 Ladefunktion für Parameter
  - Trigonometrische und arithmetische Rechenfunktion
  - Eingabefeinheit: 0,001 mm
  - Sicherheitsroutinen ständig aktiv für Meßkreise, Spannung, Speicher und Endschalter
  - Schnittstellendiagnose

- 15 Alarmtexte von NC und Maschine bzw. PLC auf dem Bildschirm
  - Anzeige interner PLC-Zustände
  - Konturüberwachung
  - Spindelüberwachung

Bei der Ausführungsform nach den Figuren 18 bis 21 sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführungsform nach den Figuren 1 bis 17 verwendet worden. Bei der Ausführungsform nach den Figuren 18 bis 20 sind in den als Führungswänden ausgebildeten Seitenwänden 26 und 27 des Maschinengrundkörpers 6 zwei mit Abstand sowie parallel zueinander angeordnete Werkzeugträger für stehende Werkzeuge 58 und drehende Werkzeuge 59 auf einer motorisch angetriebenen Revolverwelle 60 angeordnet. Die Werkzeugträger 58, 59 tragen an ihrem Umfang mehrere Werkzeuge, von denen lediglich die Werkzeuge 61 (fest) und 62 (drehend) mit Bezugszeichen versehen worden sind. In der Ausbildung nach Figur 19 und 20 ist der Maschinengrundkörper 6 von einem Werkzeug-Speicherband 63 ringförmig umschlossen, auf dem die verschiedenen Werkzeuge 64, 70 in Bereitstellung mit ihrem Steilkegel 64 nach oben oder untenweisend abgelegt sind. Die Werkzeuge hängen (64) oder stehen (70) senkrecht in dem Werkzeug-Speicherband 63 (Figur 26), das die jeweils benötigten Werkzeuge taktweise heranzufördern kann. Das Werkzeug-Speicherband 63 ist motorisch angetrieben und ebenfalls in die CNC-Steuerung der Maschine einbezogen.

Das ringförmige Werkzeugmagazin 63 wird von einem Speicher- und Förderband 65 umschlossen, das ebenfalls motorisch angetrieben ist und gleichfalls in die CNC-Steuerung einbezogen ist und auf dem die zu bearbeitenden Werkstücke 103 gleicher oder unterschiedlicher Art und die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 taktweise durch motorischen Antrieb des Speicher- und Förderbandes 65 bewegt werden. Die fertig bearbeiteten Werkstücke 55 werden z. B. durch einen nicht dargestellten Umsetzer abtransportiert.

Die Motorspindel 3 nimmt ein Werkstück 103 von dem Speicher- und Förderband 65 auf, wobei sie in vertikaler Richtung, also in Richtung der Z-Achse einen Hub ausführt. Nach dem Aufnehmen des Werkstückes 103 fährt die Motorspindel 3 in Richtung der Z-Achse z. B. 160 mm vertikal nach oben. Die den Arbeitsraum 34 verschließende Tür 43 ist dabei durch senkrecht Hinunterfahren geöffnet, so daß die Motorspindel 3 mit dem Kreuzschlitten 5 in Richtung der X-Achse, also horizontal einen Hub ausführen kann. Bei der dargestellten Ausführungsform beträgt dieser Hub beispielsweise 980 mm. Die Motorspindel 3 mit dem Kreuzschlitten 5 hält dann in Richtung der Position 66 mit der ersten Aufspannung, wo dann die gewünschte Bearbeitung, zum Beispiel das Bohren eines Loches durch ein Werkzeug, zum Beispiel 70, vorgenommen wird. Nach der Vollendung des Bearbeitungsvorganges in der ersten Aufspannung fährt die Spindelstockeinheit 3, 5 weiter bis zur Position 68, in der das halbfertige Werkstück 102 an die Spannvorrichtung 69 weitergegeben wird. Die Spannvorrichtung 84 kann z. B. den Steilkegel eines Werkzeuges 64, 70 aufnehmen. Wird in der Position 68 das Werkstück 102 von der Spannvorrichtung 69 gehalten, dann erfolgt durch ein in der Spannvorrichtung 84 aufgenommenes Werkzeug 64 ein weiterer Bearbeitungsvorgang.

Die benötigten Werkzeuge werden jeweils aus dem Werkzeugmagazin 63 geholt und die nicht benötigten Werkzeuge in das Werkzeugmagazin 63 durch die Motorspindel 3 abgesetzt.

Der Transport der Schutzkappen (nicht dargestellt) für die nicht benötigten Spannvorrichtungen und das Entfernen dieser Schutzkappen von der jeweils benötigten Spannvorrichtung wird ebenfalls von der Motorspindel 3 bewerkstelligt.

Nach dem Fertigbearbeiten wird die Tür 44 zur Meßzone 35 geöffnet und die Spindelstockeinheit 3, 5 fährt das Werkzeug in die Meßzone 35, wo ein Meßtaster 47 an einem verschiebbaren Arm 71 angeordnet ist.

Bei der aus Figur 21 ersichtlichen Alternative sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen verwendet worden. Hier ist eine Revolvereinheit 48 mit den Werkzeugen 51, 73 und Eigenantrieb 74 versehen. Dadurch sind weitere Bearbeitungsvorgänge möglich.

Wie die Figur 27 zeigt, ist das Verketteten auf mehreren Maschinen 75, 76, 77 zu einer Transferstraße ohne weiteres möglich. Statt drei Maschinen können auch weniger oder wesentlich mehr Maschinen verkettet sein. Es ist auch denkbar, die Funktion aller Maschinen durch einen Zentralrechner zu steuern, der flexibel die Werkstück- und/oder Werkzeugzuführung steuert.

Eine weitere Alternative zur Verkettung mehrerer Einzelmaschinen 78, 79, 80, 81, 82 und 83 zu einer Transferstraße zeigt Figur 28. Hierbei übernehmen die verschiedenen Maschinen verschiedene, vorbestimmte Bearbeitungsvorgänge, nach deren Fertigstellung das Teil jeweils an die nächste Bearbeitungsmaschine weitergegeben wird. Der Transport kann durch Umsetzer vollautomatisch geschehen.

Alle Spannvorrichtungen für Werkstücke und Werkzeuge bei sämtlichen Ausführungsformen können gemäß Figur 24 und 25 ausgestaltet sein. Dabei handelt es sich um kombinierte Spannvorrichtungen 69, 84 mit einer zentrischen Werkzeugaufnahme 85 für den Steilkegel 86 geeigneter Werkzeuge 64, 70 und Spannbacken 88, die auf Führungen 89 geführt sind. Durch eine Zugstange 90 können wahlweise sowohl die Werkzeugaufnahme 85 als auch die Spannbacken 88 betätigt werden. Die Spannbacken werden bei Verwendung als Werkzeugaufnahme abgedeckt. Die Schutzkappen können in der beschriebenen Art und Weise durch die Pick-up-Spindel, also die Motorspindel 3, bewegt und betätigt werden.

Bei den Ausführungsformen nach den Figuren 18 bis 21 können durch geeignete Steuerung der Motorspindel 3 und/oder des Revolver-Werkzeugträgers 50 bzw. 58, 59 auch Bearbeitungsvorgänge mit beliebigen Winkellagen im Raum vorgenommen werden. Zum Beispiel ist es möglich, Bohrungen in Werkstücke zu bohren, die unter einem beliebigen Winkel in dem Werkstück verlaufen.

Bei der Ausführungsform nach den Figuren 22 und 23 sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei der Ausführungsform nach den Figuren 1 bis 17 verwendet worden. Hier ist die Motorspindel 3 mit einem CNC-gesteuerten Plandrehkopf 67 ausgerüstet. Dadurch sind weitere Bearbeitungsvorgänge möglich. Wie die Figur 23 zeigt, transportiert das Taktband 36 die Werkstücke 33 durch Öffnungen im Maschinengrundkörper 6 direkt in die Bearbeitungsposition. Dort werden sie von einer z. B. zentrisch spannenden Vorrichtung 32 zur nachfolgenden Bearbeitung durch den Plandrehkopf 67 mit den Werkzeugen 87 gespannt.

Bei den aus den Figuren 29 bis 34 ersichtlichen Ausführungsformen sind für Teile gleicher Funktion die gleichen Bezugszeichen wie bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen verwendet worden.

Der aus Fig. 29 ersichtliche, als Energiecontainer ausgebildete Container enthält eine geeignete Elektroausrüstung 117, ein Hydraulikaggregat 119, eine Zentralkühlung 120, eine Zentralschmierung 116 mit Pumpe, Ölbehälter und Schläuchen sowie einen Wärmetauscher für den Schaltschrank 121 sowie die anschlussfertige Verkabelung und Verrohrung, gegebenenfalls mit Steckkontakten.

Der aus Fig. 29 ersichtliche Container ist in der Seitenansicht etwa L-förmig ausgestaltet und weist mindestens eine Tür 118 auf, durch die das innere des L-Schenkels des Containers begehbar ist, um zum Beispiel die darin angeordneten Aggregate und Teile zu warten. Dadurch kann der Container räumlich und zeitlich unabhängig von den übrigen mechanischen Baueinheiten des Bearbeitungszentrums fertig installiert werden, so daß er als insgesamt bewegliche Baueinheit zu den übrigen Teilen der Maschine gebracht und an dieser anmontiert werden kann.

Wie die Fig. 30 bis 34 erkennen lassen, ist der Revolver 48 mit Werkzeugträger 50 bediensseitig angeordnet, das heißt dort wo die Bedienungsperson normalerweise steht. Dadurch ergibt sich eine gute Sicht auf die Werkzeugschneide und ein bequemes Wechseln der Werkzeuge.

Die Motorspindel 3 ist zentrisch im Kreuzschlitten 5 angeordnet und wird in einer hydrostatischen Führung 114, 115 in vertikaler Richtung bewegt. Durch die zentrische und damit beanspruchungs- und thermosymmetrische Anordnung ergibt sich eine hohe Steifigkeit und Temperaturstabilität. Die hydrostatische Führung 114, 115 führt zu guten Dämpfungseigenschaften und höherer Fertigungsqualität.

Die Be- und Entladezone 39 befindet sich hinter dem Arbeitsraum 34 im Innern des Bearbeitungszentrums. Dadurch wird die Be- und Entladezeit deutlich verkürzt.

Das Speicher- und Transportband 41 wird durch Aussparungen 30 (Fig. 2) im hinteren Bereich des Maschinengrundkörpers 6 in der Be- und Entladezone 39 durch das Bearbeitungszentrum hindurchgeführt.

Zum Messen der Werkstücke 55 wird der Meßtaster 47 nach dem Öffnen der Tür 43 in den Arbeitsraum 34 eingeschwenkt (Fig. 32, 33). Die Meßzone 35 ist nicht mehr getrennt vom Arbeitsraum wie bei den vorbeschriebenen Ausführungsformen angeordnet, sondern liegt sowohl im Arbeitsraum 34 als auch in der Be- und Entladezone 39 (Fig. 32, 33).



Zwischen dem Maschinengrundkörper 6 und dem Schaltschrank 117 ist genügend Raum vorhanden, um das Hydraulikaggregat 119, das Zentralschmieraggregat 116 sowie den Wärmetauscher 121 innerhalb des Bearbeitungszentrums anzuordnen. Dieser Raum ist durch Türen 118 zugänglich.

Das Bearbeitungszentrum wird komplett als eine Einheit transportiert. Die Inbetriebnahme beim Kunden  
5 kann daher in vergleichsweise kurzer Zeit durchgeführt werden.

Die in der Zusammenfassung, in den Patentansprüchen und in der Beschreibung beschriebenen sowie aus der Zeichnung ersichtlichen Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

10

---

### Bezugszeichenliste

---

15

1	Bearbeitungszelle, Bearbeitungszentrum,
20	Bearbeitungsmaschine
2	Energiecontainer, Container
25	3 Motorspindel
4	Blechabdeckung
5	Kreuzschlitten
30	6 Maschinengrundkörper
7	Kabel
35	8 Pritschen für elektrische Kabel und Schläuche
9	Spindel
10	Motor
40	11 Trägereinheit
12	Rippen
45	13 "
14	Führungsschuh
15	"
50	16 "
17	"
55	18 Führungsschiene
19	"

	20	Führungsschuh
	21	"
5	22	"
	23	"
10	24	Führungsschiene, Führung
	25	" , "
15	26	Seitenwand
	27	"
	28	Maschinenfuß
20	29	Formblech
	30	Aussparung
25	31	"
	32	Spannvorrichtung
	33	Werkstück
30	34	Arbeitsraum
	35	Meßzone
35	36	Werkstücktaktband
	37	Steg
	38	Rückwand
40	39	Be- und Entladezone
	40	Verschlußrollo
45	41	Speicher- und Transportband, Speicher- und Transporteinheit
50	42	Werkstück, allgemein

	43	Tür
	44	"
5	45	Späneförderer
	46	Spänewagen
10	47	Meßtaster
	48	Revolvereinheit
	49	Achse, horizontale
15	50	Werkzeugträger
	51	Meißel
20	52	Bohrer
	53	Antriebsmotor für die Revolvereinheit 48
	54	Spannfutter
25	55	Werkstück, fertig bearbeitetes
	56	Bohrung
30	57	Außenmantelfläche der Motorspindel 3
	58	Werkzeugträger für feststehende Werkzeuge
	59	Werkzeugträger für angetriebene Werkzeuge
35	60	Welle
	61	Werkzeuge, fest
40	62	Werkzeuge, drehend
	63	Werkzeug-Speicherband
	64	Werkzeug, hängend mit Steilkegelaufnahme
45	65	Speicher- und Förderband
	66	Position

50

55

	67	Plandrehkopf
	68	Position
5	69	Spannvorrichtung, kombiniert
	70	Werkzeug, stehend mit Steilkegelaufnahme
10	71	Arm
	72	Multifunktionale Arbeitseinheit
	73	Werkzeug, drehend
15	74	Eigenantrieb
	75	Bearbeitungsmaschine
20	76	"
	77	"
	78	"
25	79	"
	80	"
30	81	"
	82	"
	83	"
35	84	Spannvorrichtung, kombiniert
	85	Werkzeugaufnahme, zentrische
40	86	Steilkegel
	87	Werkzeuge für Plandrehkopf
	88	Spannbacken
45	89	Führungen
50	90	Zugstange

55

	100	Führungsschiene
	101	"
5	102	Werkstück, halbseitig bearbeitet
	103	Werkstück, roh
10	108	Meßtaster, einwechselbarer
	111	Schieber, Kreuzschlitten, 3-achsig
	112	Motorspindel, unten
15	113	Drehschieber, Kreuzschlitten, 4-achsig
	114	Führung, hydrostatische
20	115	" "
	116	Zentralschmieraggregat
	117	Elektroausrüstung
25	118	Tür
	119	Hydraulikaggregat
30	120	Zentralkühlgerät
	121	Wärmetauscher
	C	Drehachse
35	D	Schwenkachse
	E	"
40	F	Drehachse
	U	Verschiebeachse des Plandrehkopfes
	X	Bewegungsrichtung
45	Y	"
	Z	"

50 Literaturverzeichnis

DE-PS 24 27 148  
DE-PS 27 39 087  
55 DE-PS 34 16 660  
DE-PS 863 434  
DRP 735 752  
DE-AS 20 13 403

DE-OS 17 52 681

DE-OS 25 10 933

DE-OS 38 24 602

DE-OS 40 12 690

5 US-PS 3,918,331

US-PS 3,948,121

US-PS 4,237,598

US-PS 4,369,563

US-PS 4,621,410

10 US-PS 4,742,739

US-PS 4,797,990

# Patentansprüche

- 15 1. Aus Baugruppen zusammengesetztes Bearbeitungszentrum, mit einem Maschinengrundkörper, auf dem mittels Führungen über einen Kreuzschlitten eine in mehreren Achsen verstellbare motorgetriebene Hauptspindel angeordnet ist, wobei am Maschinengrundkörper Einrichtungen zum Sammeln von Spänen und Kühlmittel vorgesehen sind, und dem Maschinengrundkörper eine Arbeitsraum-Verkleidung zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verkleidung als Steuerungselemente und Energieversorgung aufnehmender und als Baueinheit auf den Maschinengrundkörper aufsetzbarer  
20 Container (2) ausgebildet ist, daß im Maschinengrundkörper (6) zwischen den den Kreuzschlitten (5) mit der als Motorspindel (3) ausgebildeten und nach dem Pick-up Verfahren arbeitenden Spindel tragenden Führungen (24, 25) Aussparungen zum Sammeln und Abführen der Späne vorgesehen sind, daß der Maschinengrundkörper (6) mit weiteren Aussparungen (30, 31) für eine Speicher- und  
25 Transporteinheit (41) versehen ist, und daß ein in die Maschinensteuerung einbezogener Meßtaster (47) zur Überprüfung der bearbeiteten Werkstücke (33) vorgesehen ist, sowie mit einer Blechabdeckung (4), die an dem Kreuzschlitten (5) befestigt ist, welche die Motorspindel (3) mit einem Spindelvorsatz abgedichtet in vertikaler Richtung durchgreift.
- 30 2. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Aussparungen durch ein Formblech (29), das als verlorene Form in den Maschinengrundkörper (6) eingegossen ist, geschützt sind.
3. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) den Arbeitsraum (34) auf drei senkrecht aufeinanderstehenden Seiten und von unten umschließt.  
35
4. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) aus Reaktionsharzbeton gegossen ist.  
40
5. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) in einem zu seiner Längsachse orthogonal geführten Längsschnitt H-förmig ausgebildet ist.
- 45 6. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Schnitt etwa U-förmig ausgebildet ist.
7. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,  
50 daß der Maschinengrundkörper (6) in einem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Schnitt etwa L-förmig gestaltet ist.
8. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, mit an der Oberseite des Maschinengrundkörpers angeordneten Führungen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Führungen (24 und 25) als  
55 parallel zueinander verlaufende Führungsschienen (24, 25) ausgebildet sind, von denen je eine an der Oberseite von Seitenwänden (26, 27) des Maschinengrundkörpers (6) angeordnet ist.

9. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) auf abnehmbaren Maschinenfüßen (28) angeordnet ist, die einen Zwischenraum zum Boden herstellen.
- 5 10. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Maschinengrundkörper (6) der Aufnahme von Werkzeugträgern und/oder Revolvern als feststehende Einheit dient.
- 10 11. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem von dem Maschinengrundkörper (6) umschlossenen Raum eine multifunktionale untere Bearbeitungseinheit (72) angeordnet ist.
12. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß innerhalb des von dem Maschinengrundkörper (6) umschlossenen Raumes in den Seitenwänden (26, 27) des Maschinengrundkörpers (6) die Welle (60) eines Mehrfachrevolvers, zum Beispiel eines Doppelrevolvers mit den Werkzeugträgern (58, 59), angeordnet ist.
- 15 13. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Führungsschienen (24, 25) für den Kreuzschlitten (5) nach vorn über die Bearbeitungsposition bis zu einem hier angeordneten Speicher- und Transportband (41) vorgezogen sind.
- 20 14. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Spindelstockeinheit, bestehend aus Motorspindel (3) und Kreuzschlitten (5), zweiachsig ausgeführt ist, wobei der Kreuzschlitten in der X-Achse und die Motorspindel in der Z-Achse CNC-gesteuert verfahrbar angeordnet sind und daß die Motorspindel (3) über ein Speicher- und Transportband (41) verfahrbar ist.
- 25 15. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Kreuzschlitten (5) durch einen reaktionsschnellen, frequenzgeregelten, wartungsfreien Drehstrommotor angetrieben ist, der den Kreuzschlitten (5) über hochpräzise geschliffene Kugelrollspindeln antreibt, wobei in der X-Achse ein gekapseltes Linear-, in der Z-Achse ein Rotativ-Meßsystem eingebaut ist und beide Führungssysteme außerhalb des Arbeitsraumes (34) angeordnet sind.
- 30 16. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Container (2) als freitragende Blechkonstruktion ausgebildet ist.
- 35 17. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Container (2) den Maschinengrundkörper (6) von oben und mindestens von drei Seiten ganz oder teilweise umschließt.
- 40 18. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Container (2) den vollständig installierten Schaltschrank mit herausgeführten, vorkonfektionierten, steckbaren Anschlüssen zu den Verbrauchern enthält.
- 45 19. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß zu den Anschlüssen auch elektrische Kabel (7) gehören, die in Pritschen (8) verlegt sind, wobei die Pritschen (8) einstückig mit dem Container (2) verbunden sind, während die Anschlüsse, insbesondere die elektrischen Kabel (7), in Schlaufen eine ungestörte Bewegung des Kreuzschlittens (5) und/oder der Motorspindel (3) ermöglichenden Art und Weise verlegt sind.
- 50 20. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 18 oder 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Container (2) auch ein Kühlaggregat zur Spindel- und Schaltschrankkühlung und die Hydraulik- bzw. Luftversorgung enthält, wobei die Wasser-, Hydraulik- oder Luftschläuche wie die Elektrokabel (7) in Schlaufen zu den Verbrauchern geführt und gegebenenfalls in Pritschen (8) verlegt sind.
- 55 21. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Be- und Entladezone (39), der Arbeitsraum (34) und eine Meßzone (35) in X-Richtung hintereinander angeordnet und der Arbeitsraum (34) zur Be- und Entladezone (39) und zur Meßzone (35) durch eine in die Maschinensteuerung einbezogene zu öffnende und zu schließende Tür (43, 44) getrennt ist.

22. Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines einachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems, gekennzeichnet durch

- a) eine zusätzliche Positionierachse zum Ein- oder Mehrspindelbohren eines Werkstückes (42) mit drehendem oder nicht drehendem Spannfutter auf einachsigem Kreuzschlitten (5) mit Positionierachse montiert;
- b) einen Blockstahlhalter mit festen oder drehenden Werkzeugen oder Mehrfach-Scheibenrevolver (48, 50) mit festen (51) oder drehenden (52) Werkzeugen oder Mehrspindelbohrköpfen;
- c) wobei das Greifen und Spannen eines Werkstückes als Rohteil (103) und das Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) des Speicher- und Transportbandes (41) erfolgt;
- d) zum ein- oder mehrspindligen Bohren, Gewindeschneiden oder dergleichen;
- e) zum automatischen Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband (41) mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit (3, 5);
- f) zum Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die obere Arbeitsspindel eingewechselten Meßtaster (108) oder durch einen am oberen Kreuzschlitten (5) angeordneten, in dem Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster.

23. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zum Aufbau eines zweiachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems zur Bearbeitung von Werkstücken mit zweiachsigem, multifunktionalen Kreuzschlitten (5) dient, mit einer Motorspindel (3), Blockstahlhalter oder Mehrfach-Scheibenrevolver (48, 50) und mit festen (51) oder drehenden (52) Werkzeugen, wobei

- a) das Greifen und Spannen eines Rohteiles (103) und Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) eines Speicher- und Transportbandes (41) erfolgt;
- b) für zentrische Bearbeitungsvorgänge, im wesentlichen Drehen, Schleifen, Bohren usw. sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren und Kalibrieren;
- c) zum Messen von Werkstücken (42) mit auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordnetem Meßtaster (47);
- d) bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf einem Speicher- und Transportband (41) mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit (3, 5);
- e) zum Vermessen der eingewechselten Werkzeuge mit einem in die Motorspindel (3) eingewechselten Meßtaster (108) oder durch einen am oberen Kreuzschlitten (5) angeordneten, in den Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster.

24. Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines dreiachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Bearbeitung von Werkstücken mit zweiachsigem, multifunktionalen Kreuzschlitten (5) mit einer Motorspindel (3) mit C-Achse, Blockstahlhalter oder Mehrfach-Scheibenrevolver (48, 50) mit festen (51) oder drehenden (52) Werkzeugen dient, wobei

- a) das Greifen und Spannen eines Rohteils (103) und Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) des Speicher- und Transportbandes (41) erfolgt;
- b) zentrische Bearbeitungsvorgänge, im wesentlichen Drehen, Schleifen, Bohren usw. sowie teilweise auch spanlose Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren und Kalibrieren möglich sind;
- c) zum Messen von Werkstücken mit auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordnetem Meßtaster (47);
- d) bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf einem Speicher- und Transportband (41) mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit (3, 5);
- e) zum Vermessen der eingewechselten Werkzeuge (51, 52) mit einem in die obere Arbeitsspindel (3) eingewechselten Meßtaster (108) oder durch einen am oberen Kreuzschlitten (5) angeordneten, in den Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster.

25. Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines vierachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Bearbeitung von Werkstücken mit dreiachsigem, multifunktionalen Kreuzschlitten (5, 111) mit einer Motorspindel (3) mit C-Achse und querliegendem Doppelrevolver (58, 59) oder Mehrfach-Werkzeugaufnahmebalken dient, wobei der Doppelrevolver feste (61) und drehende (62) Werkzeuge aufweist, wobei



- a) das Greifen und Spannen eines Rohteils (103) und Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) des Speicher- und Transportbandes (41) erfolgt;
- b) eine 5-Seiten-Bearbeitung für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw. vornehmbar ist;
- 5 c) zum Messen von Werkstücken mit auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordnetem Meßtaster (47);
- d) bei Bedarf automatischer Austausch von verschlissenen Werkzeugen von auf dem Speicher- und Transportband (41) mittaktenden Werkzeugaufnahmeverrichtungen durch den Werkzeuggreifer an der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111);
- 10 e) zum Vermessen der eingewechselten Werkzeuge (61, 62) mit einem in die Motorspindel (3) eingewechselten Meßtaster (108) oder durch einen am oberen Kreuzschlitten (5) angeordneten, in den Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster.
26. Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines sechssachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Komplettbearbeitung eines Werkstücks in zwei Aufspannungen mit dreiaxsigem, multifunktionalem Kreuzschlitten (5, 111) mit einer Motorspindel (3) mit C-Achse und einer unteren, multifunktionalen Arbeitseinheit (72) mit einer E-Achse zum Schwenken und einer Motorspindel (112) mit F-Achse dient, wobei
- 15 a) das Greifen und Spannen eines Rohteils (103) und Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) mit der Spannvorrichtung (84) auf der Motorspindel (3) erfolgt;
- 20 b) eine 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw. vornehmbar ist;
- c) zum Messen des Werkstückes (42) mit einem auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordnetem Meßtaster (47);
- 25 d) zur Entnahme von Werkzeugen (70), durch einen Werkzeuggreifer, der an der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111) befestigt ist, aus der unteren Motorspindel (112) und Übergabe an ein Speicherband (63) als Werkzeugmagazin und umgekehrt;
- e) zum Vermessen der eingewechselten unteren Werkzeuge (70) mit dem am oberen Kreuzschlitten (5, 111) angeordneten, in dem Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster;
- 30 f) zum Abnehmen der Schutzkappe von der Spannvorrichtung (69) der unteren Arbeitseinheit (72) durch den Werkzeuggreifer der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111) und Übergabe an das Werkzeug-Speicherband (63) und umgekehrt;
- g) zum Umspannen des halbfertigen Werkstückes (102) in die Spannvorrichtung (69) der unteren Arbeitseinheit (72);
- 35 h) zum Abdecken der oberen Spannvorrichtung (84) durch direktes Aufnehmen der Schutzkappe vom Werkzeug-Speicherband (63) oder umgekehrt;
- i) zum Einwechseln von Bearbeitungswerkzeugen in die obere Motorspindel (3) direkt aus dem Werkzeug-Speicherband (63) in der Be- und Entladezone (39) und Wiederabgeben an dieses;
- 40 j) zum Vermessen der in die obere Motorspindel (3) eingewechselten Werkzeuge (64) mit dem auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordneten Meßtaster (47);
- k) zur Bearbeitung der noch unbearbeiteten Werkstückoberfläche für das Werkstück (102), das in der unteren Motorspindel (112) gespannt ist und gegebenenfalls 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw.;
- 45 l) zum Messen von Werkzeugen (70), die in der unteren Motorspindel (112) gespannt sind, mit dem am oberen Kreuzschlitten (5, 111) angeordneten, in den Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster;
- m) zum Entnehmen des fertigen Werkstückes (55) aus der unteren Arbeitseinheit (72) und Übergabe an das Werkstück-Speicherband (65).
- 50 27. Bearbeitungszentrum zum Aufbau eines siebenachsigen, multifunktionalen Bearbeitungssystems, **dadurch gekennzeichnet**, daß es zur Komplettbearbeitung eines Werkstücks in zwei Aufspannungen mit vierachsigen, multifunktionalem Kreuzschlitten mit D-Achse (5, 111, 113), mit einer Spindeleinheit (3) mit C-Achse und einer unteren, multifunktionalen Arbeitseinheit (72) mit einer E-Achse zum Schwenken und einer Spindeleinheit mit F-Achse dient, wobei
- 55 a) das Greifen und Spannen eines Rohteils (103) und Ablegen eines Fertigteils (55) in der Be- und Entladezone (39) mit der Spannvorrichtung (84) auf der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111, 113) erfolgt;

b) eine 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw. vornehmbar ist;

c) zum Messen der Werkstücke (42) mit einem auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordneten Meßtaster (47);

d) zur Entnahme von Werkzeugen (70) durch einen Werkzeuggreifer, der an der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111, 113) befestigt ist, aus der unteren Motorspindel (112) und Übergabe an das Werkzeug-Speicherband (63) und umgekehrt;

e) zum Vermessen der eingewechselten unteren Werkzeuge (70) mit dem am oberen Kreuzschlitten (5, 111, 113) angeordneten, in dem Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster;

f) zum Abnehmen der Schutzkappe von der Spannvorrichtung (69) der unteren Arbeitseinheit (72) durch den Werkzeuggreifer der oberen Arbeitseinheit (3, 5, 111, 113) und Übergabe an das Werkzeug-Speicherband (63) und umgekehrt;

g) zum Umspannen des halbfertigen Werkstückes (102) in die Spannvorrichtung (69) der unteren Arbeitseinheit (72);

h) zum Abdecken der oberen Spannvorrichtung (84) durch direktes Aufnehmen der Schutzkappe vom Speicherband und umgekehrt;

i) zum Einwechseln von Bearbeitungswerkzeugen (64) in die obere Motorspindel (3) direkt aus dem Werkzeug-Speicherband (63) in der Be- und Entladezone (39) und Wiederabgeben an dieses;

j) zum Vermessen der in die obere Motorspindel (3) eingewechselten Werkzeuge (64) mit dem auf dem Maschinengrundkörper (6) angeordneten Meßtaster (47);

k) zum Bearbeiten der noch unbearbeiteten Werkstückoberflächen für das Werkstück (102), das in der unteren Motorspindel (112) eingespannt ist und gegebenenfalls 5-Seiten-Bearbeitung in allen Winkellagen für alle denkbaren spanabhebenden sowie teilweise auch spanlosen Bearbeitungsverfahren wie Glätten, Rollieren, Kalibrieren, Laserschweißen usw.;

l) zum Messen von Teilen (42), die in der unteren Motorspindel (112) gespannt sind, mit dem am oberen Kreuzschlitten (5, 111, 113) angeordneten, in den Arbeitsraum (34) positionierbaren Meßtaster;

m) zum Entnehmen des fertigen Werkstückes (55) aus der unteren Arbeitseinheit (72) und Übergabe an das als Speicher- und Transportband ausgebildete Werkstück-Speicherband (65).

28. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lager der Spindel (9) auf konstante Temperatur gekühlt sind.

29. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei einem dreiachsigen Kreuzschlitten (5, 111) zum Beispiel ein über der Führung für die X-Achse liegender Schieber (111) den Kreuzschlitten (5) für die Y-Achse trägt.

30. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die untere multifunktionale Arbeitseinheit (72)

a) mit mehreren festen Werkzeugen (70) und

b) einer außermittig gelagerten Motorspindel (112) ausgerüstet ist;

c) die gesamte Einheit ist CNC-gesteuert schwenkbar, wobei die Motorspindel (112) mit ihrer Schwenkachse (E-Achse) in jedem beliebigen Winkel arbeiten kann;

d) die Motorspindel (112) ist stufenlos von einem eingebauten oder außenliegenden AC-Motor angetrieben;

e) die Motorspindel (112) trägt eine kombinierte Werkstück- und Werkzeug-Spannvorrichtung (69) zur wahlweisen Aufnahme von Werkzeugen (70) und Werkstücken (102);

f) die Motorspindel (112) hat eine CNC-gesteuerte Achse (F-Achse);

31. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Speicher- und Transportband (41) mit Prismenmitnahmen für die Werkstücke (65) und Werkzeuge (63) versehen ist.

32. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **gekennzeichnet durch eine Schutzverkleidung aus Aluminiumlamellen in Form eines Verschlußrollos (40), das den Frontbereich der Maschine abdeckt.**

- 5 33. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der Ansprüche 2 bis 21, **gekennzeichnet durch** die Bearbeitung der Werkstücke (33) mit ein- oder mehrachsigen multifunktionalem Kreuzschlitten mit einer Motorspindel (3) und einer U-Achse im CNC-Plandrehkopf (67) zur Verstellung der Werkzeuge (87), wobei das Greifen, Spannen und Ablegen eines Werkstückes (33) aus dem Taktband (36) durch die Spannvorrichtung (32) erfolgt für z. B. zentrische Bearbeitungsvorgänge wie Konturdrehen, Ausdrehen und Plandrehen.
- 10 34. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Motorspindel (3) zentrisch im Kreuzschlitten (5) angeordnet ist.
35. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Motorspindel (3) in einer hydrostatischen Führung (114, 115) in vertikaler Richtung bewegbar geführt ist.
- 15 36. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 34 oder 35, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Be- und Entladezone (39) sich hinter dem Arbeitsraum (34) im Innern des Bearbeitungszentrums befindet.
- 20 37. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Speicher- und Transportband (41) durch Aussparungen (30, 31) im hinteren Bereich des Maschinengrundkörpers (6) in der Be- und Entladezone (39) durch das Bearbeitungszentrum hindurchgeführt ist.
38. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Meßtaster (47) nach dem Öffnen einer Tür (43) in den Arbeitsraum (34) automatisch einschwenkbar ist.
- 25 39. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Meßzone (35) teils im Arbeitsraum (34) als auch in der Be- und Entladezone (39) angeordnet ist.
- 30 40. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 1 oder einem der folgenden, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen Maschinengrundkörper (6) und einem Schaltschrank (117) ein Raum vorhanden ist, in dem ein Hydraulikaggregat (119), ein Zentralschmieraggregat (116) sowie ein Wärmetauscher (121) angeordnet sind und daß dieser Raum durch wenigstens eine Tür (118) verschließbar ist.
- 35 41. Bearbeitungszentrum nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Energiecontainer (2) in der Seitenansicht L-förmig gestaltet ist, derart, daß sich die zum Betrieb der Maschine erforderlichen elektrischen, hydraulischen und/oder Luftversorgungsleitungen vorkonfektioniert und z. B. steckbar im wesentlichen in dem horizontal angeordneten L-Schenkel und der Schaltschrank (117), das Hydraulikaggregat (119) sowie das Zentralschmieraggregat (116) und der Wärmetauscher (121) mit wenigstens einer Tür (118) in dem vertikal dazu angeordnetem Schenkel befinden und daß der horizontal angeordnete L-Schenkel den Maschinengrundkörper (6) von oben und ein Teil des dazu verlaufenden, vertikalen L-Schenkels die eine Stirnwand des Maschinengrundkörpers (6) abdeckt.
- 40
- 45
- 50
- 55

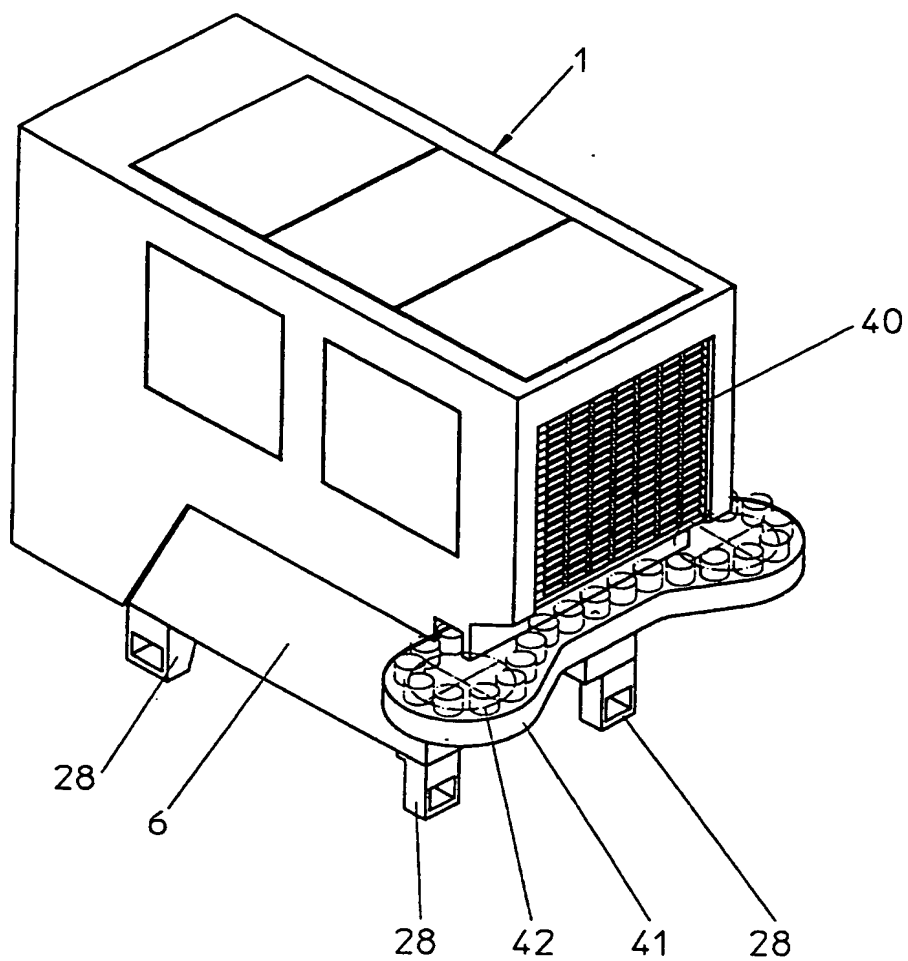


Fig.1

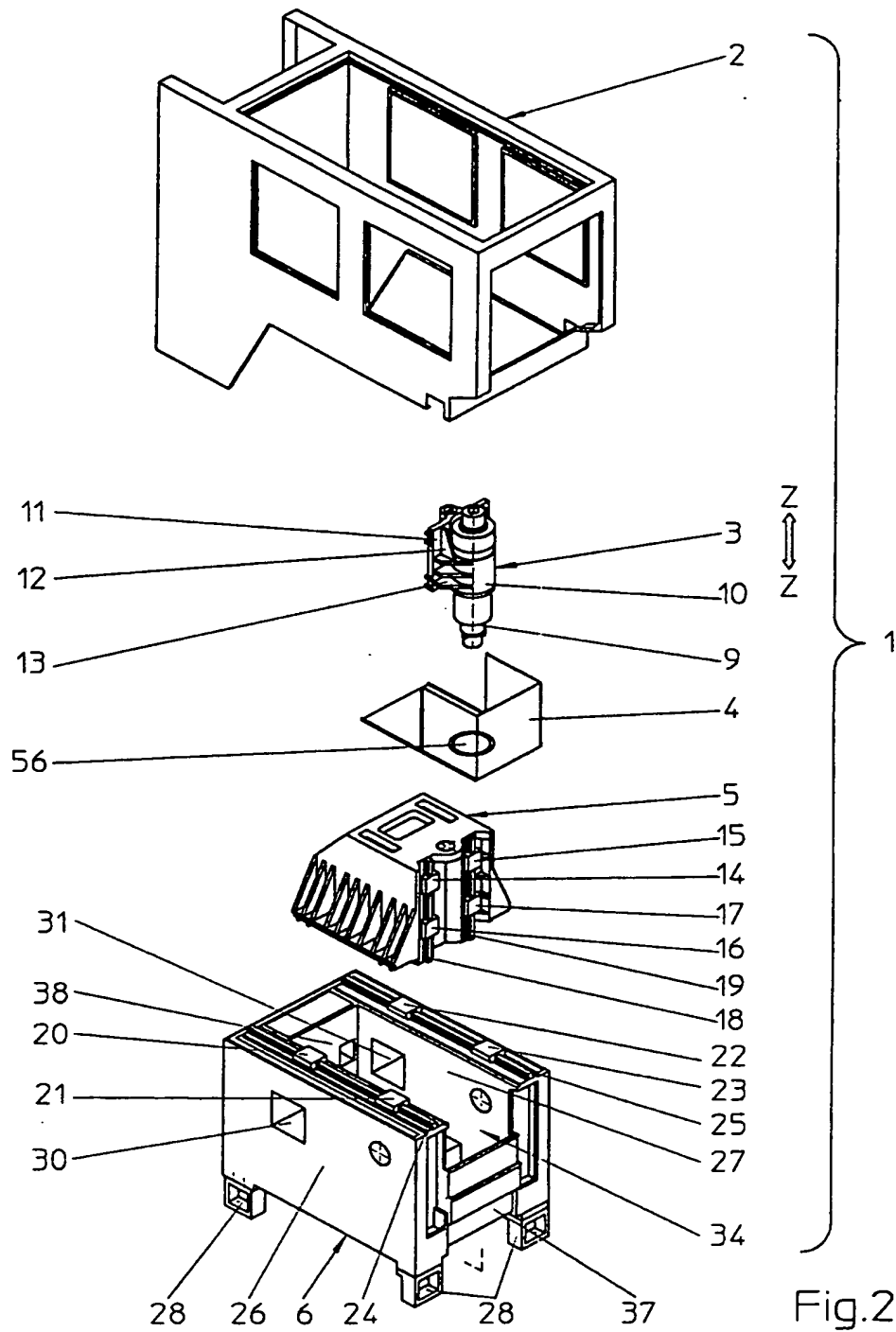


Fig.2

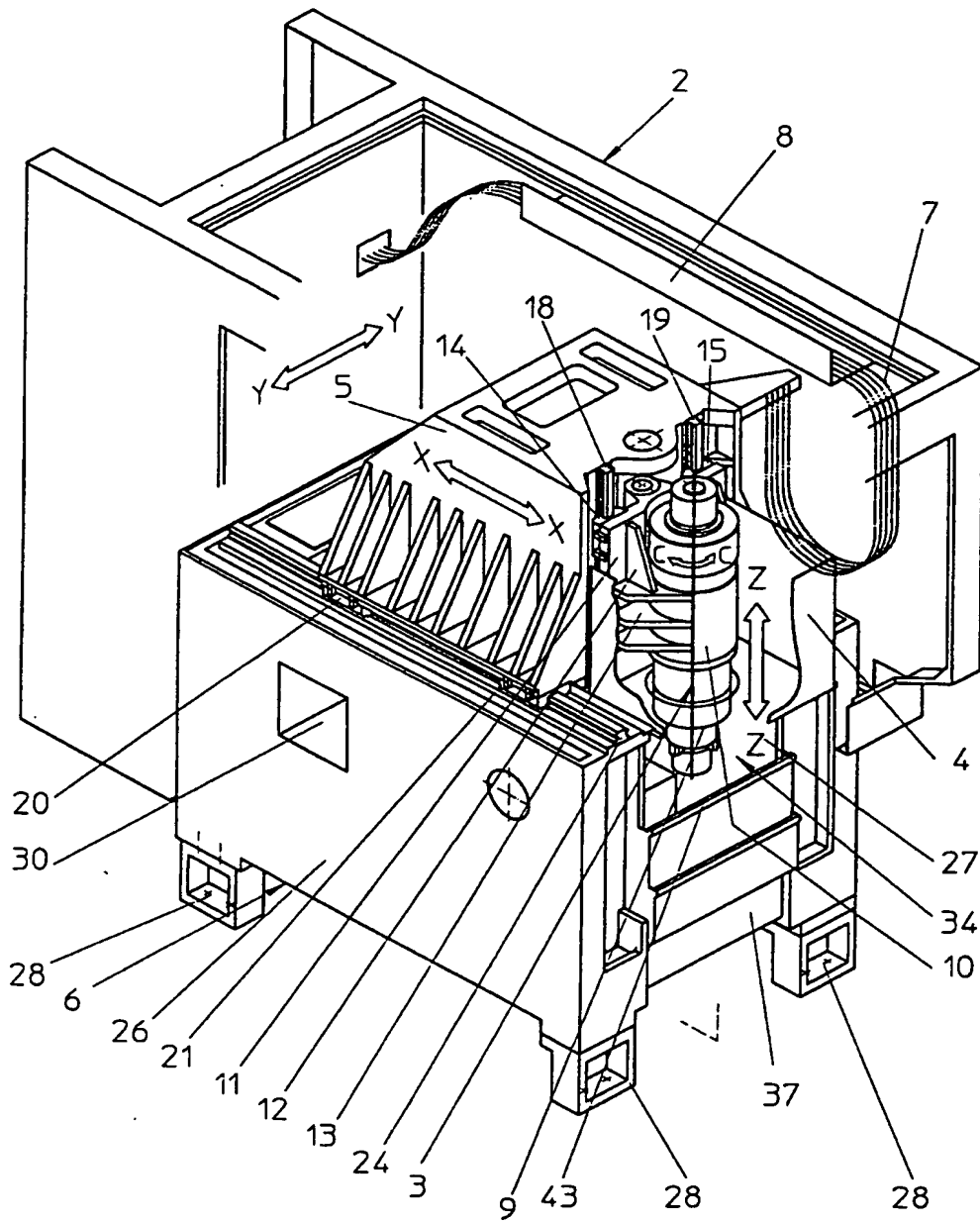


Fig.3

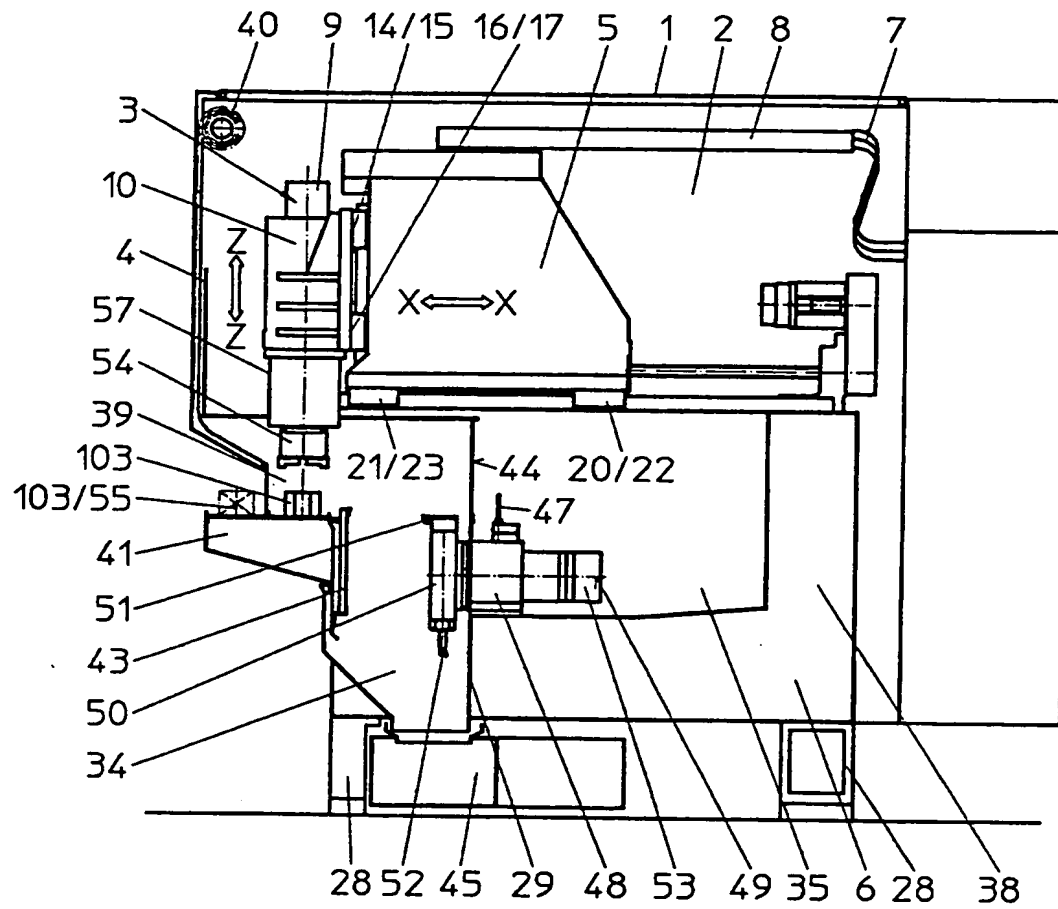


Fig. 4

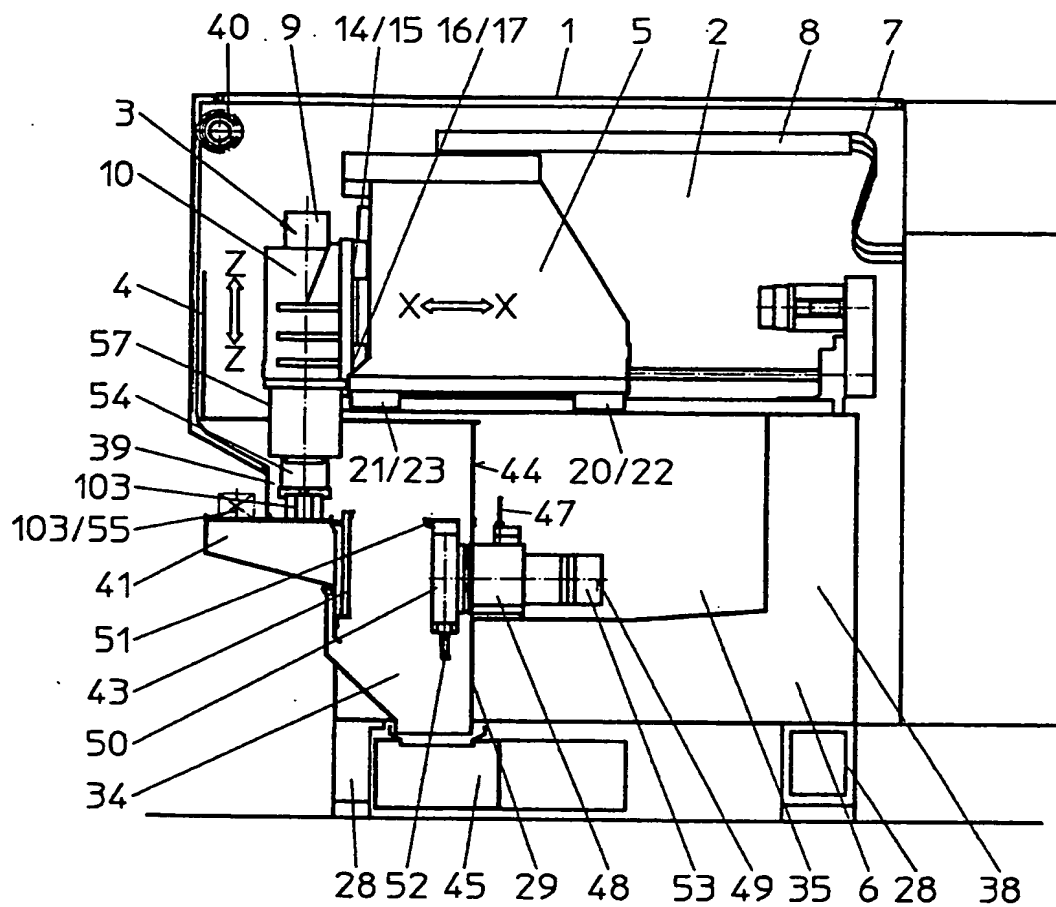


Fig. 5



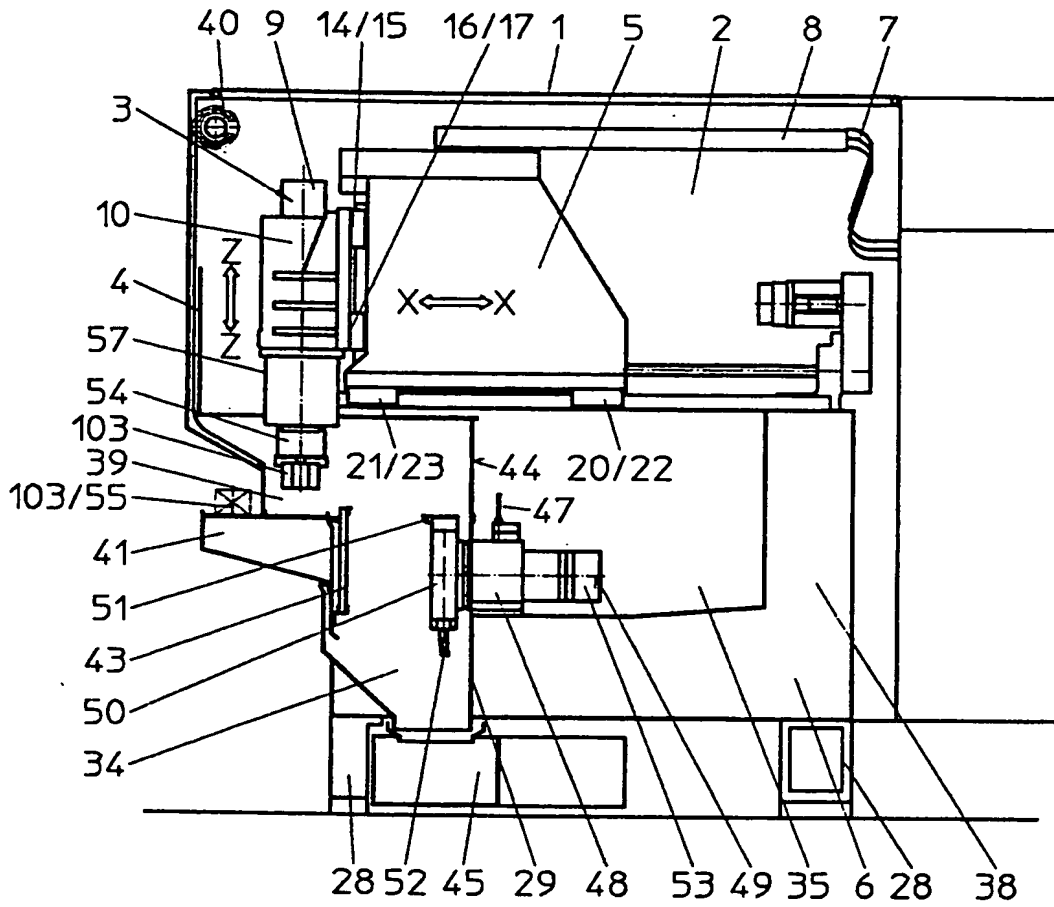


Fig. 6

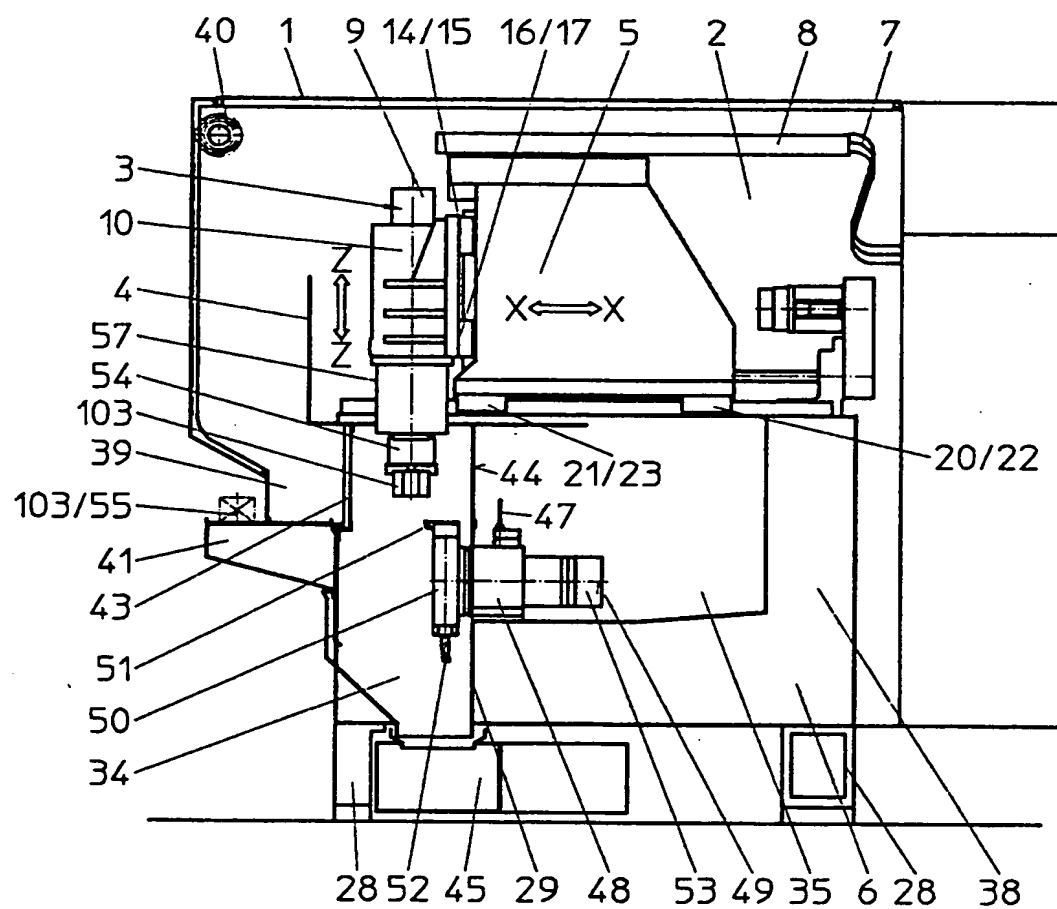


Fig. 7

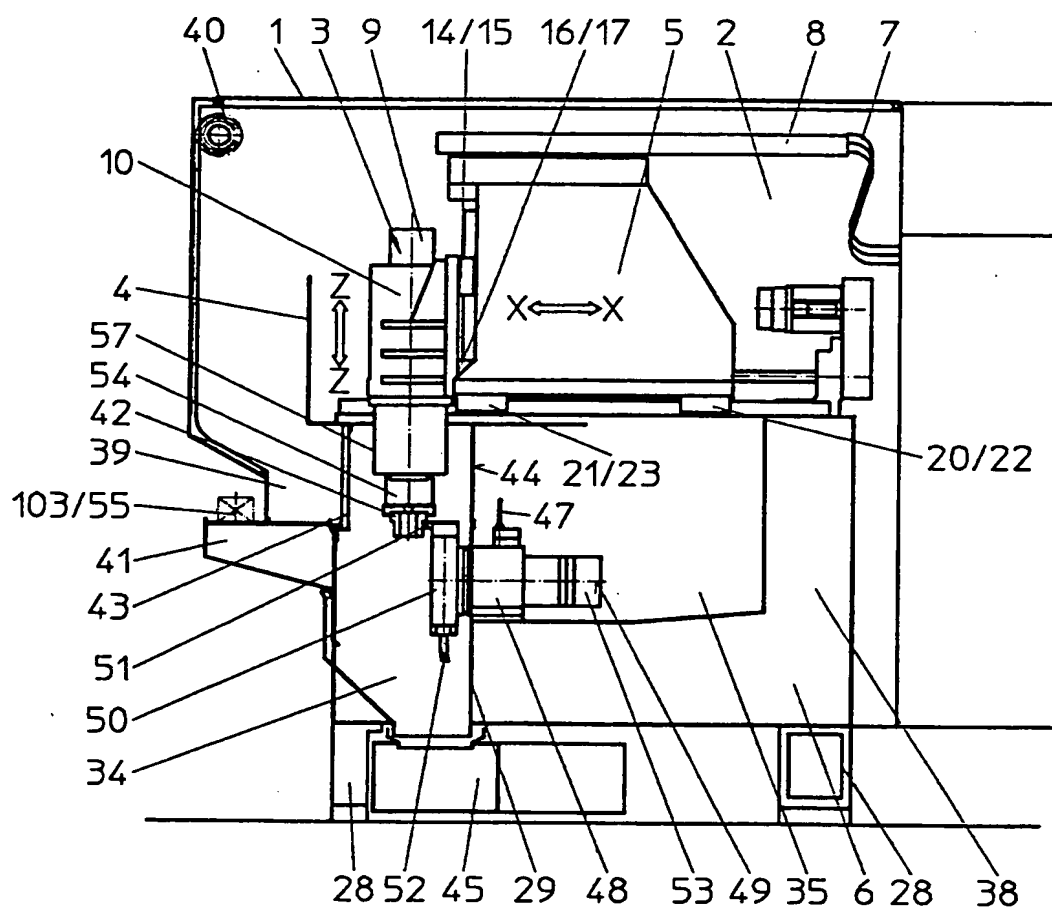


Fig. 8

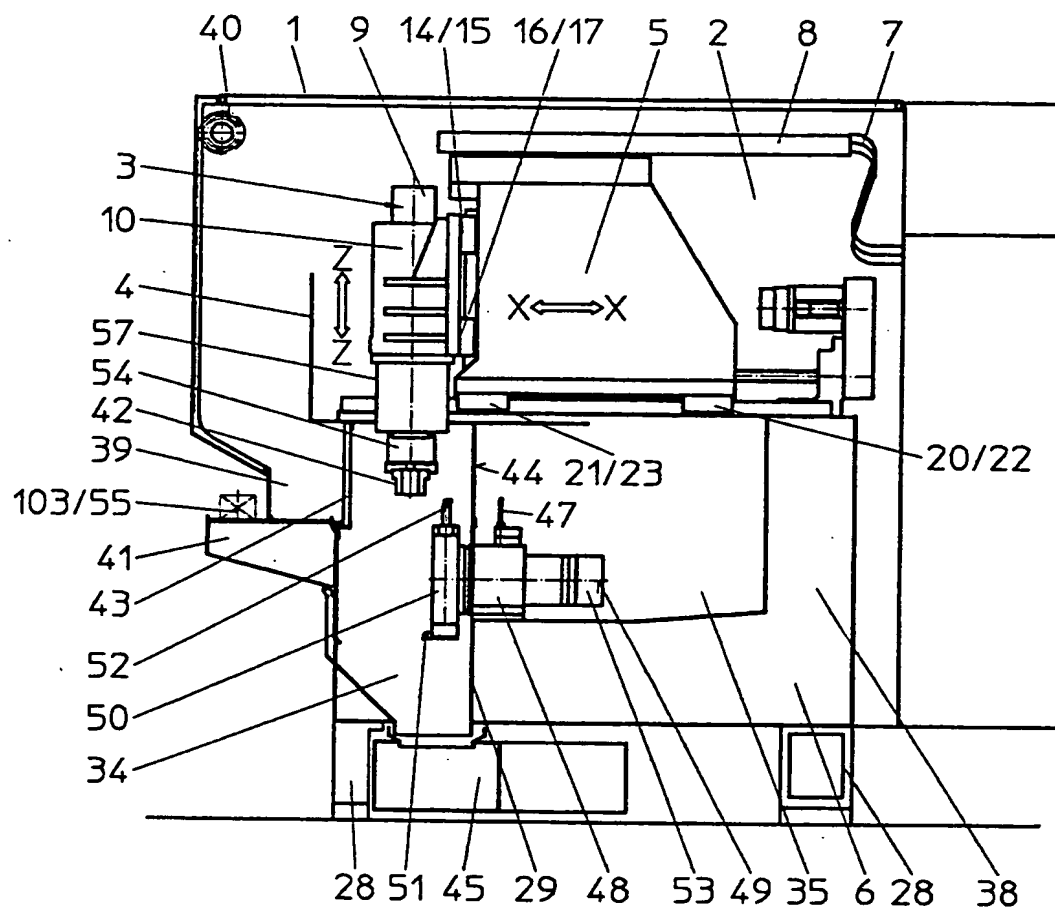


Fig. 9

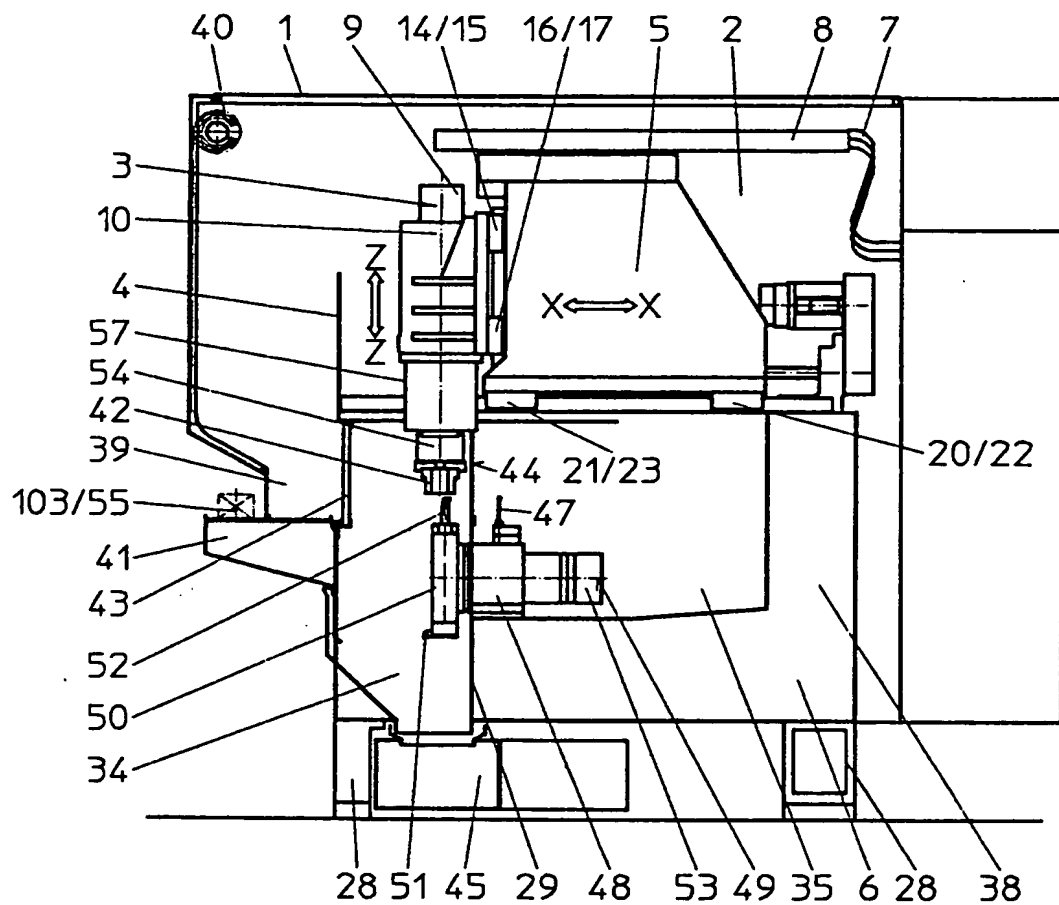


Fig. 10

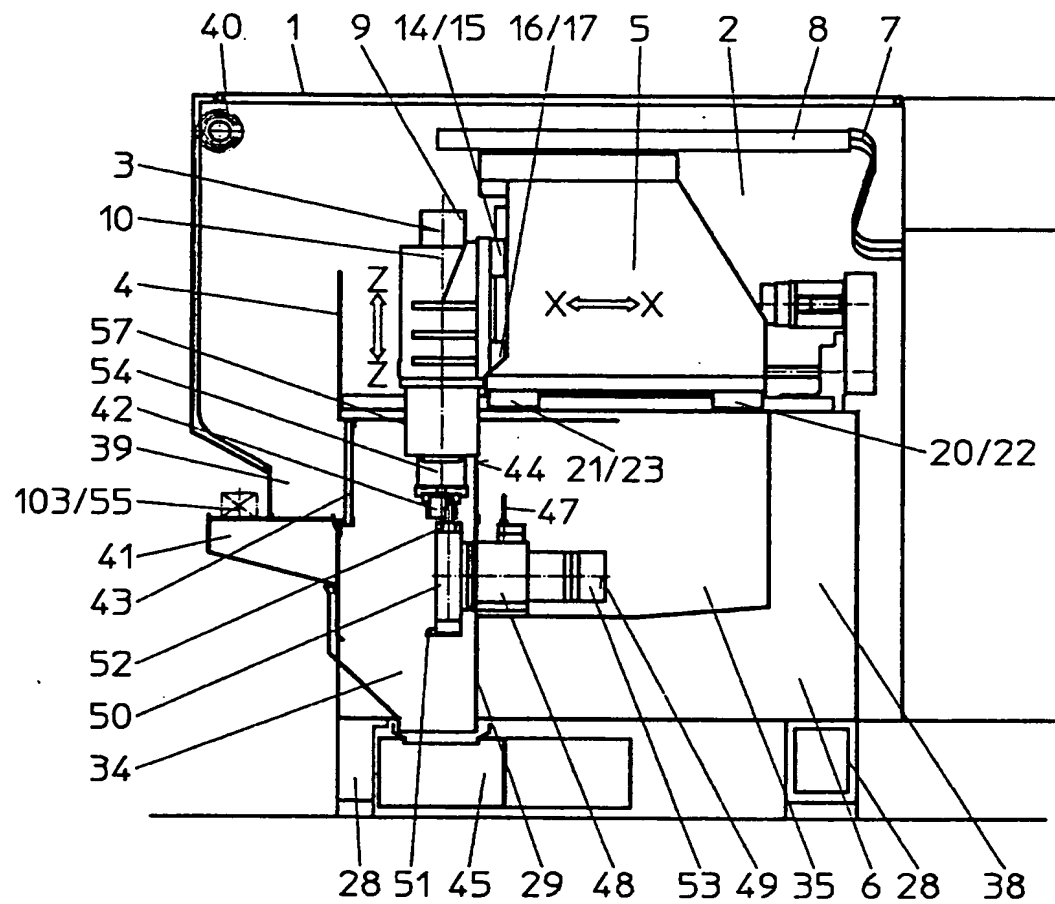


Fig. 11

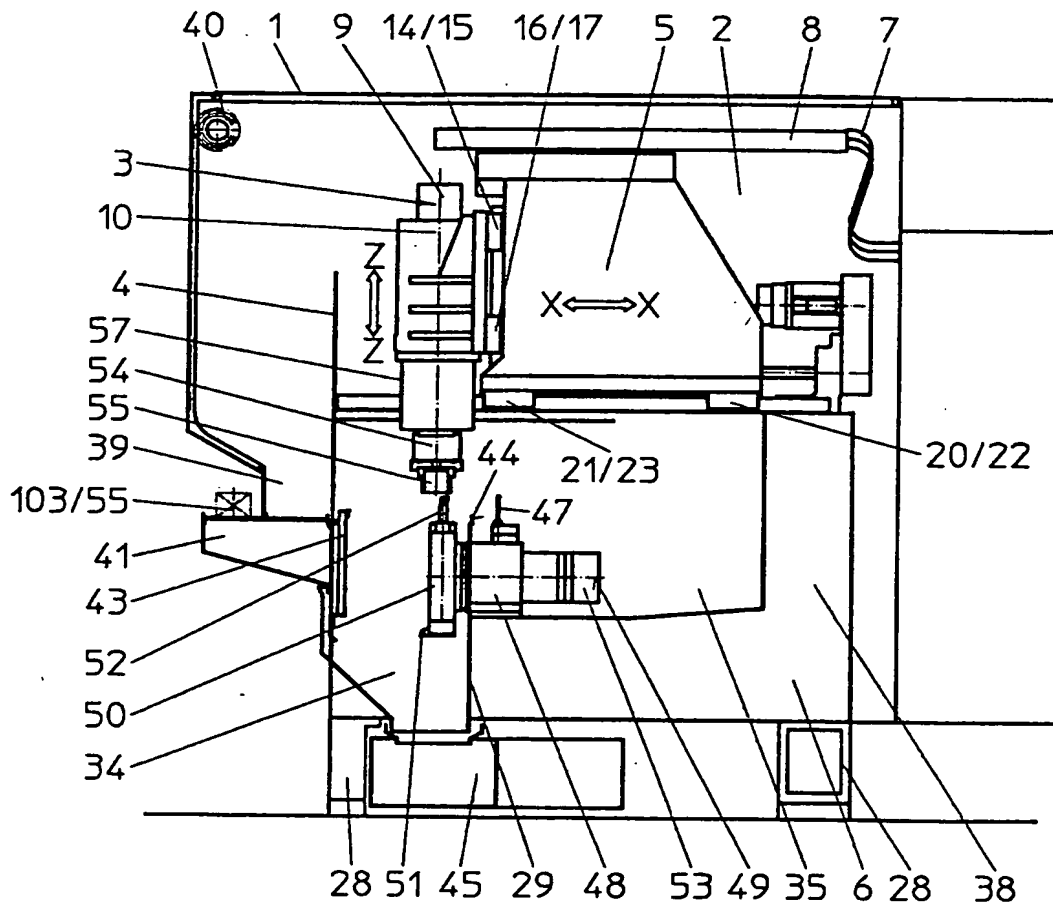


Fig. 12

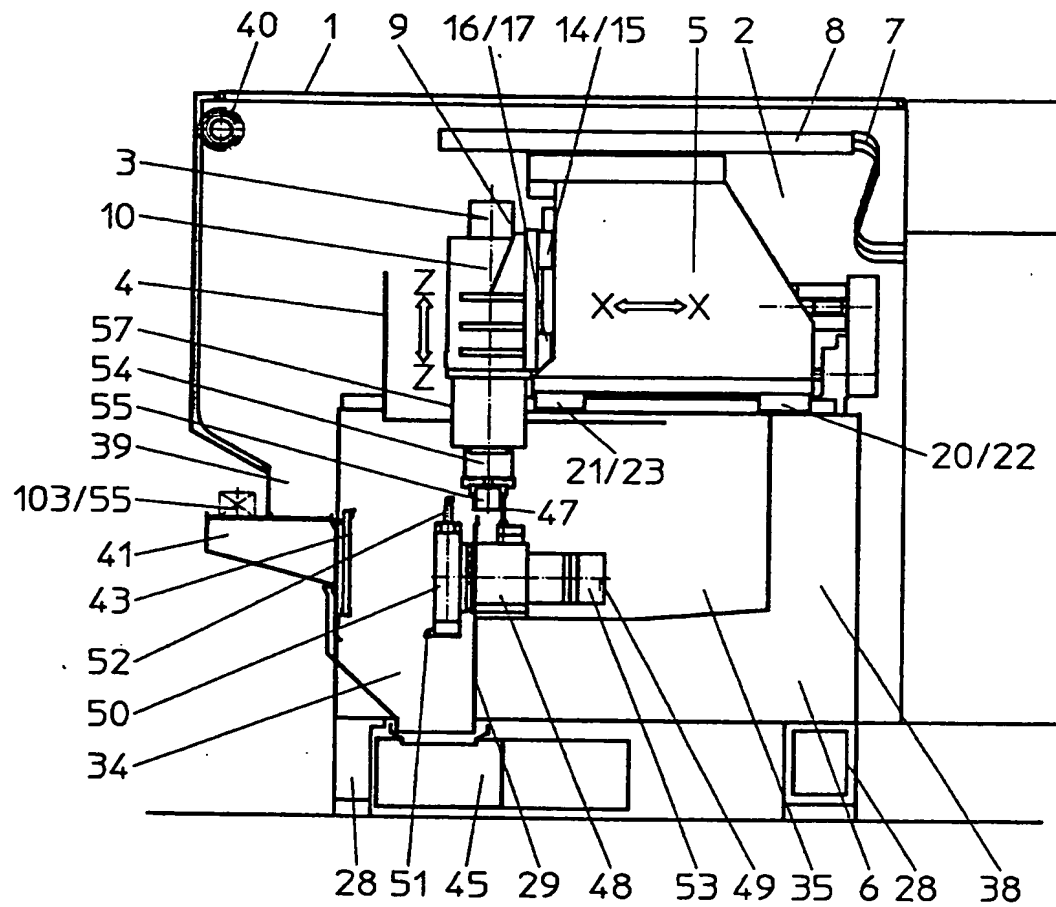


Fig. 13



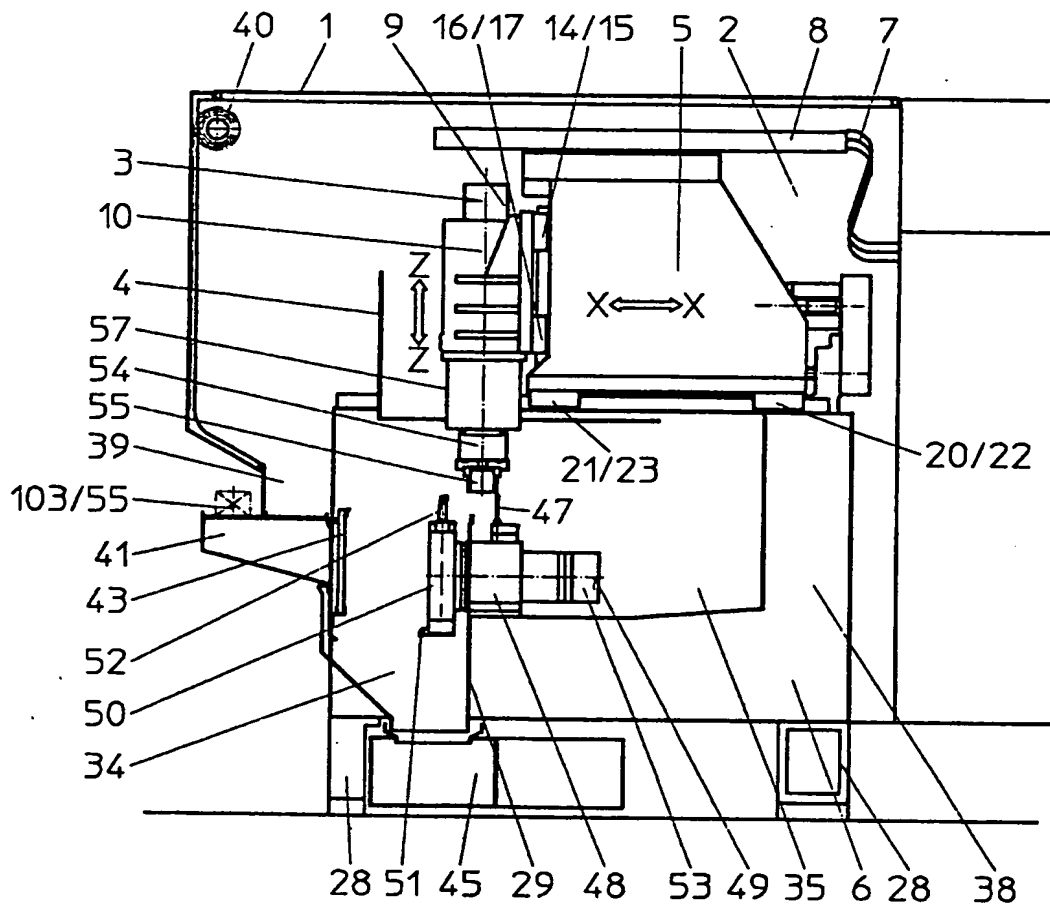


Fig. 14

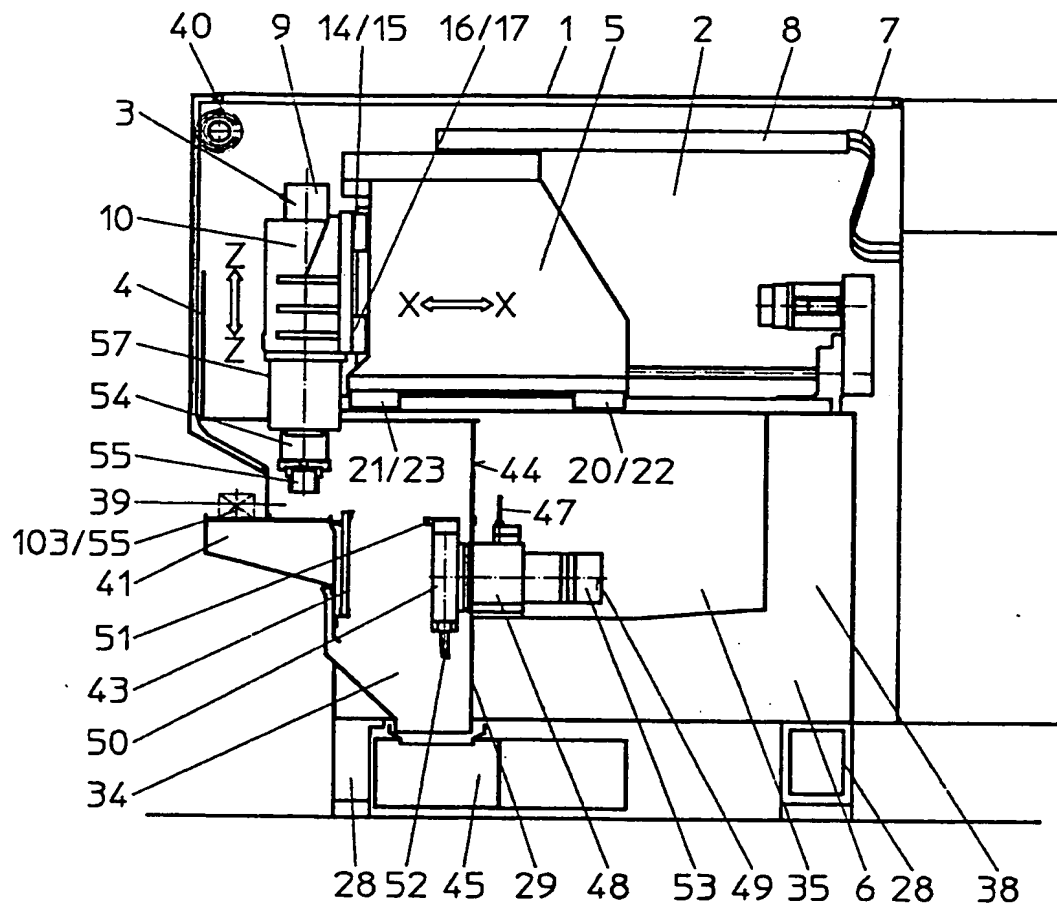


Fig. 15

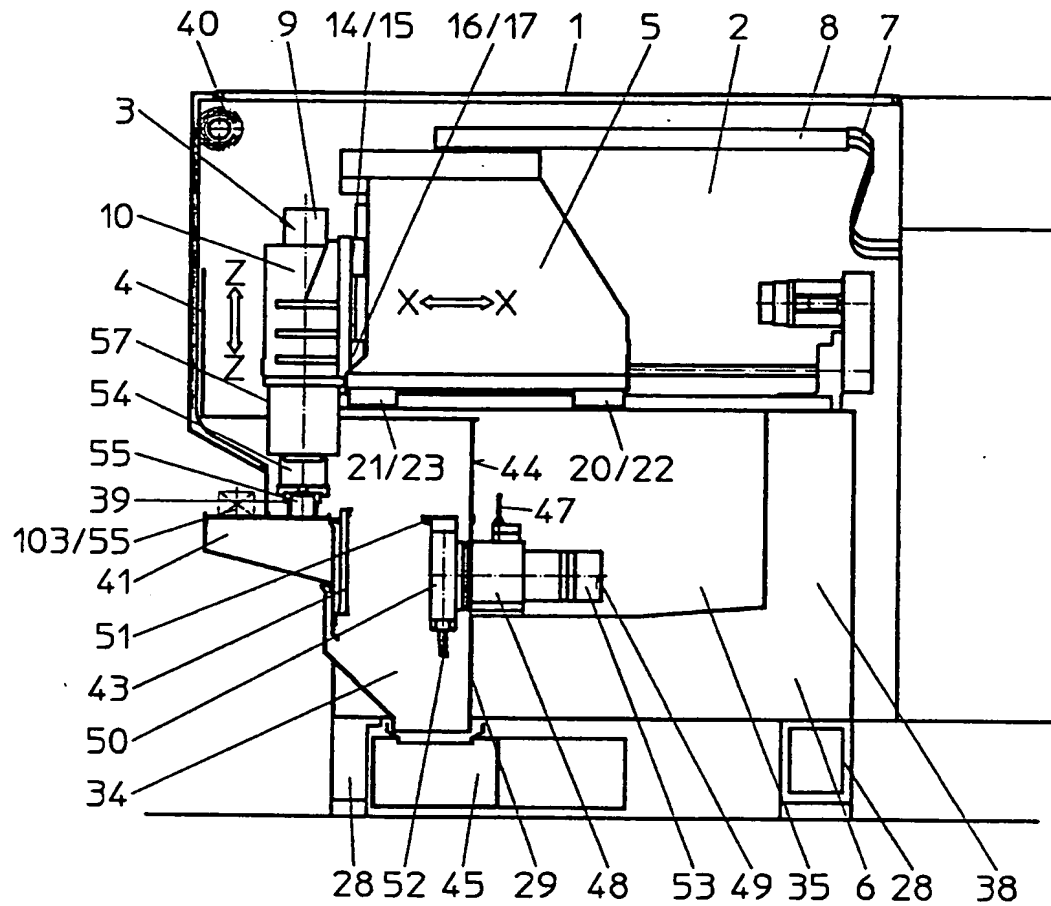


Fig. 16

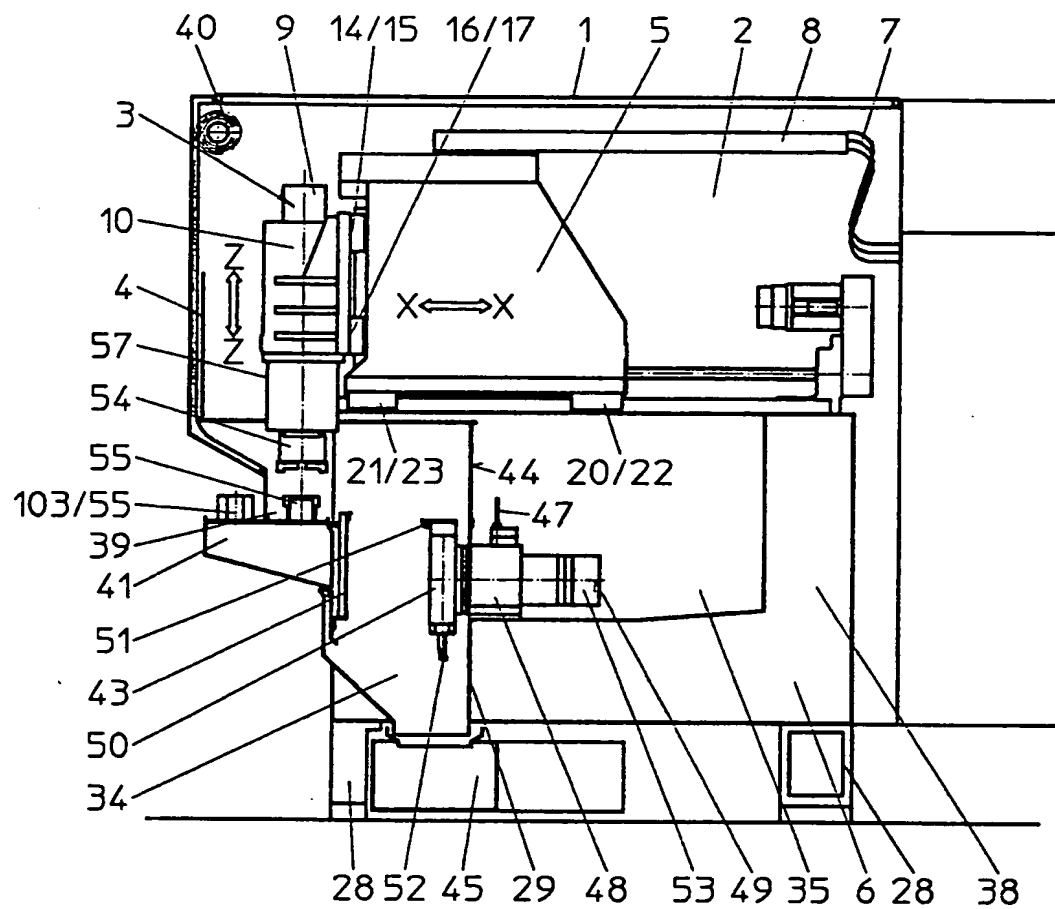


Fig. 17

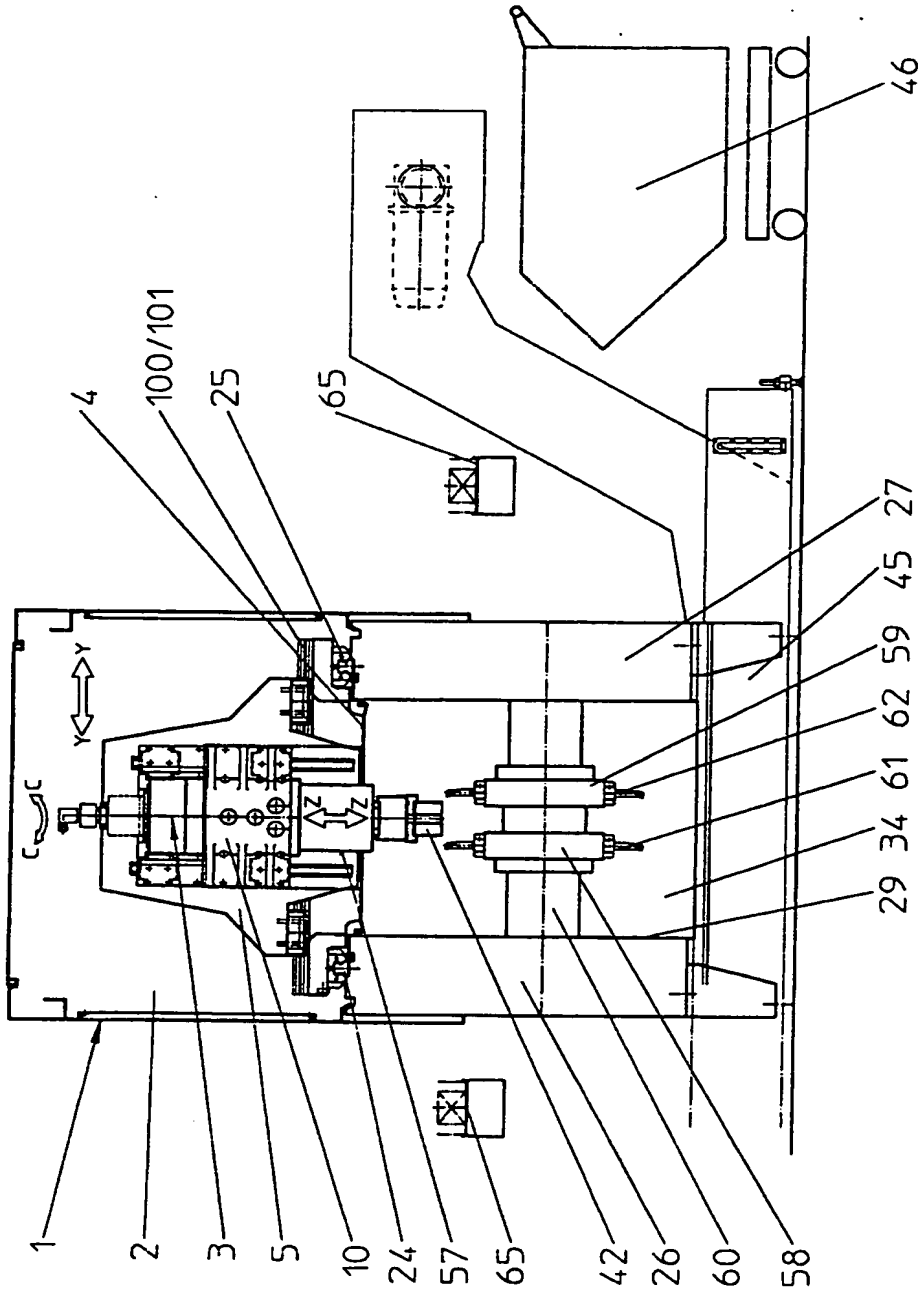
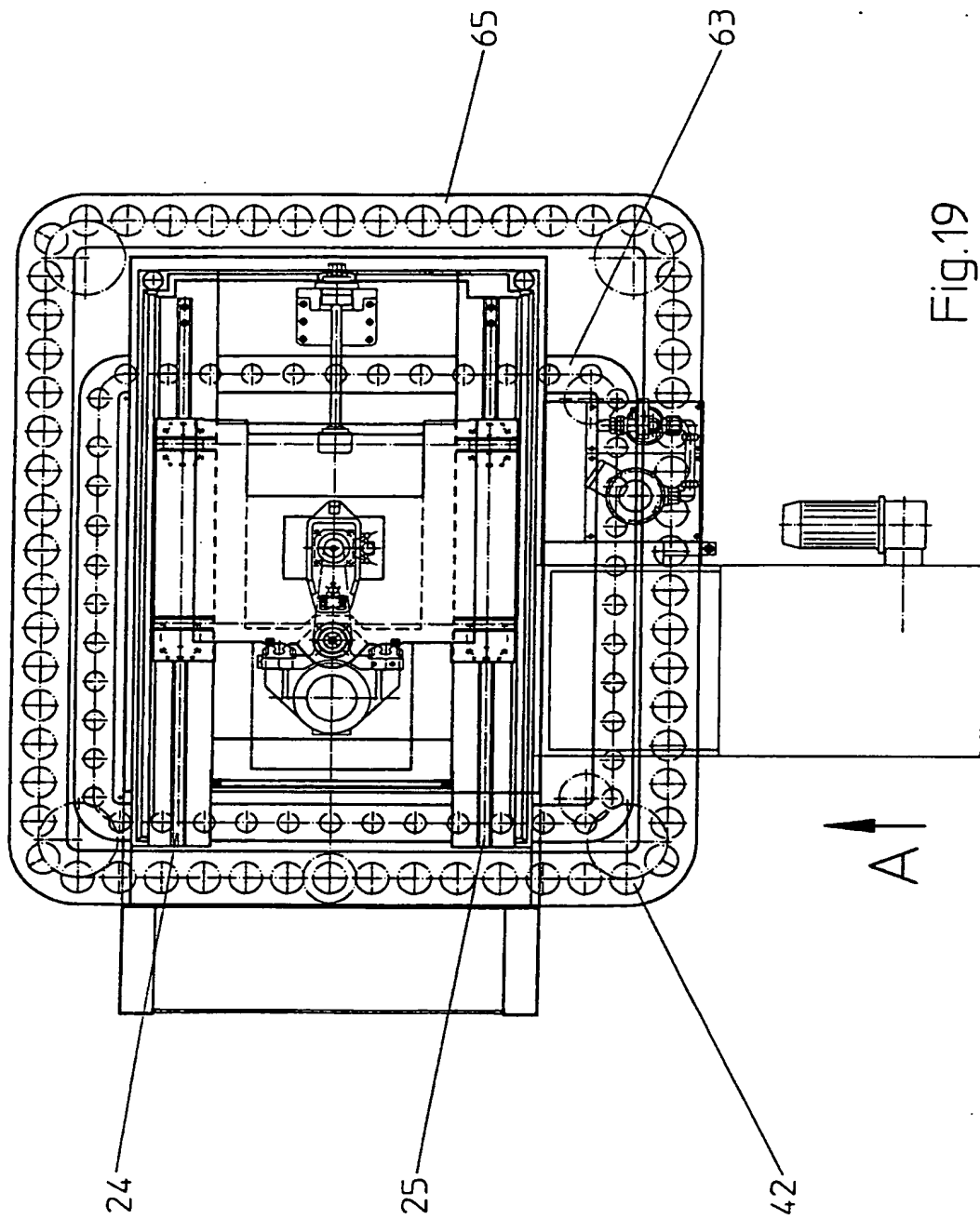


Fig.18



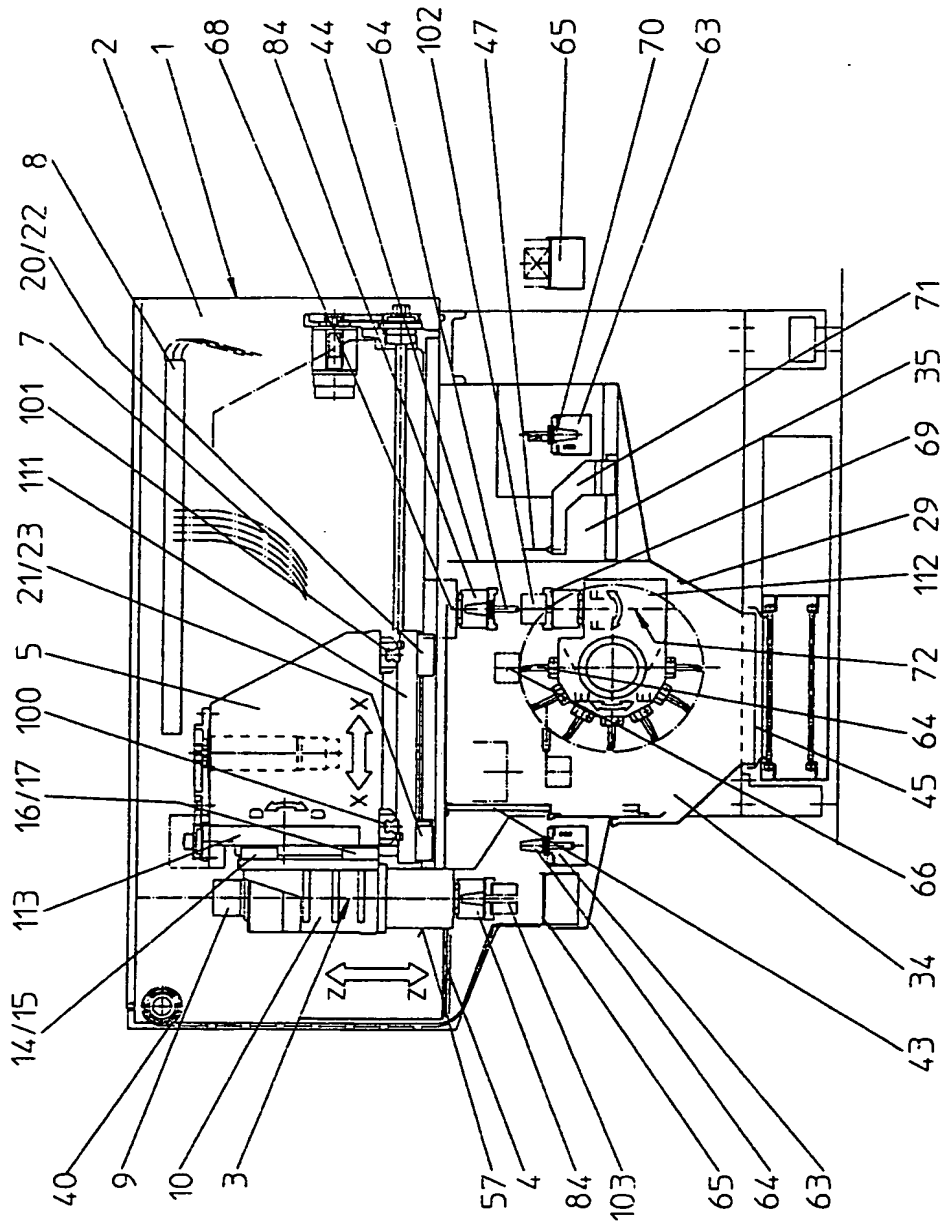


Fig.20

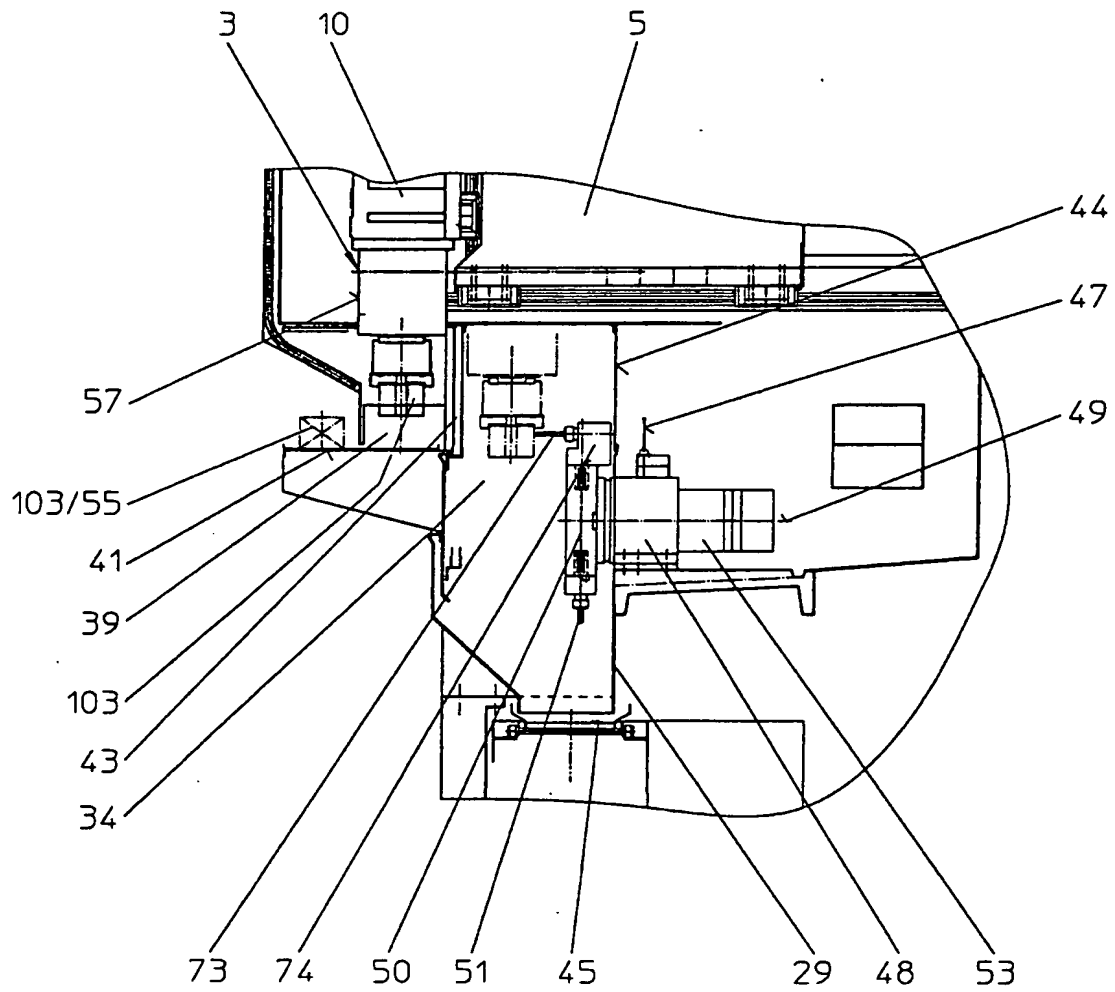


Fig.21



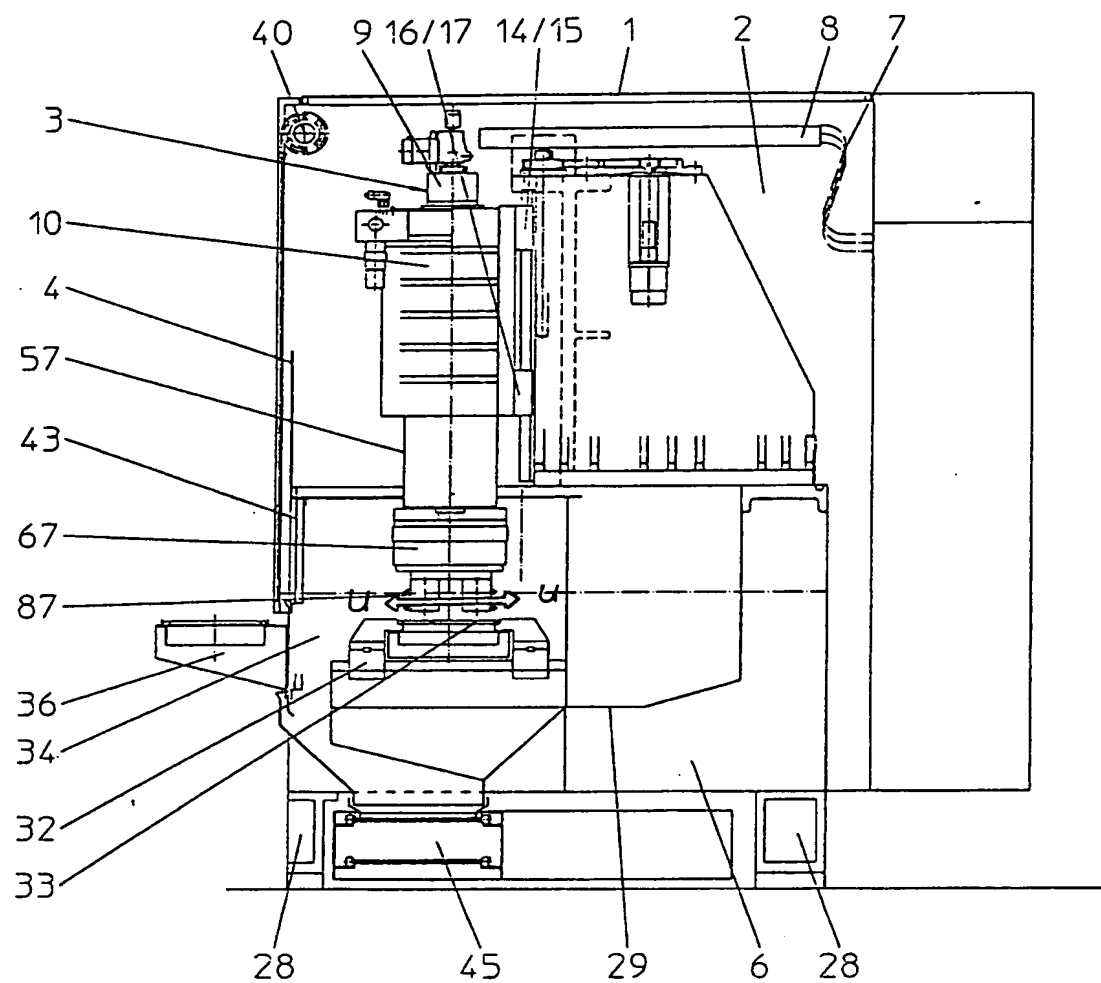
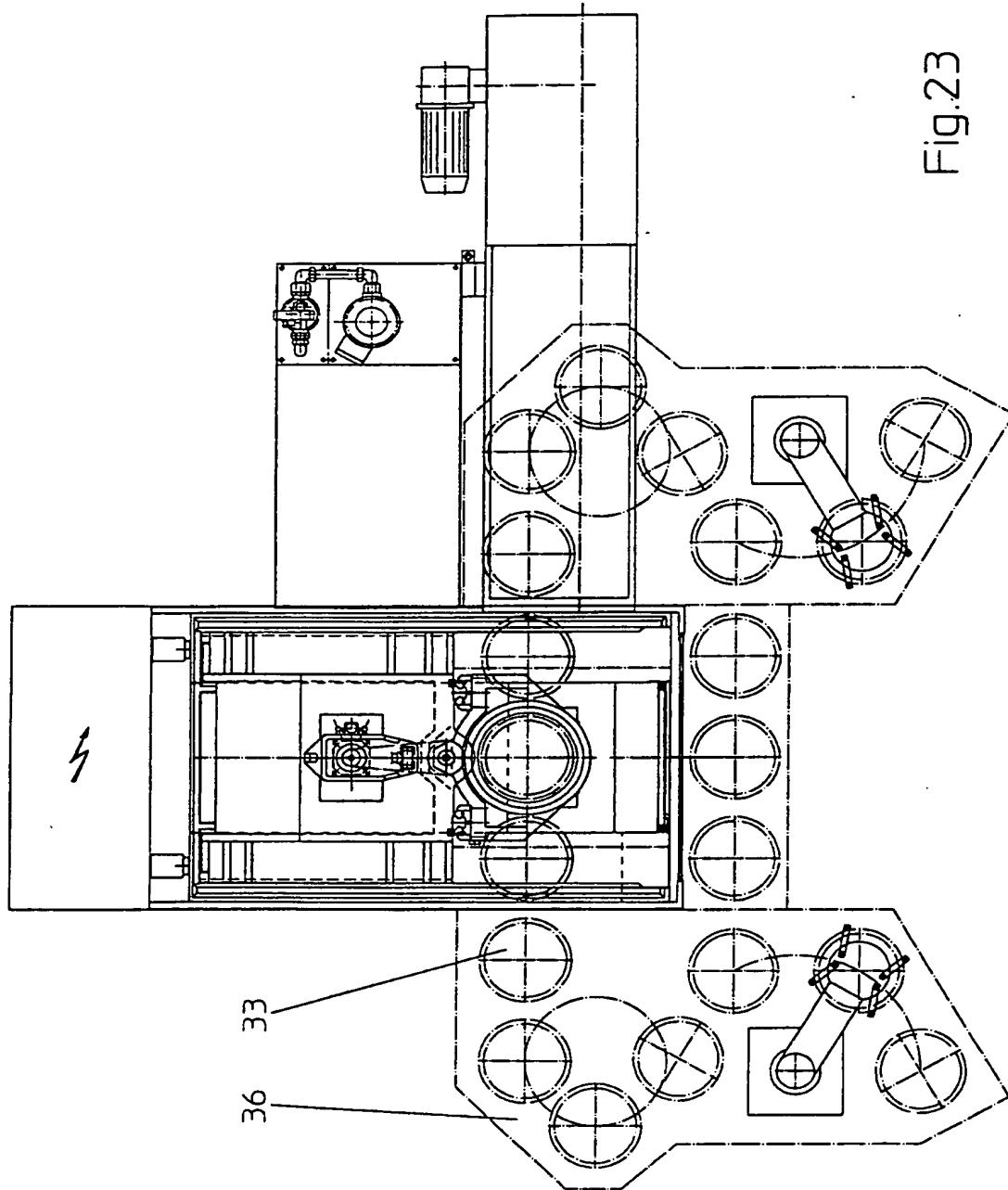


Fig. 22



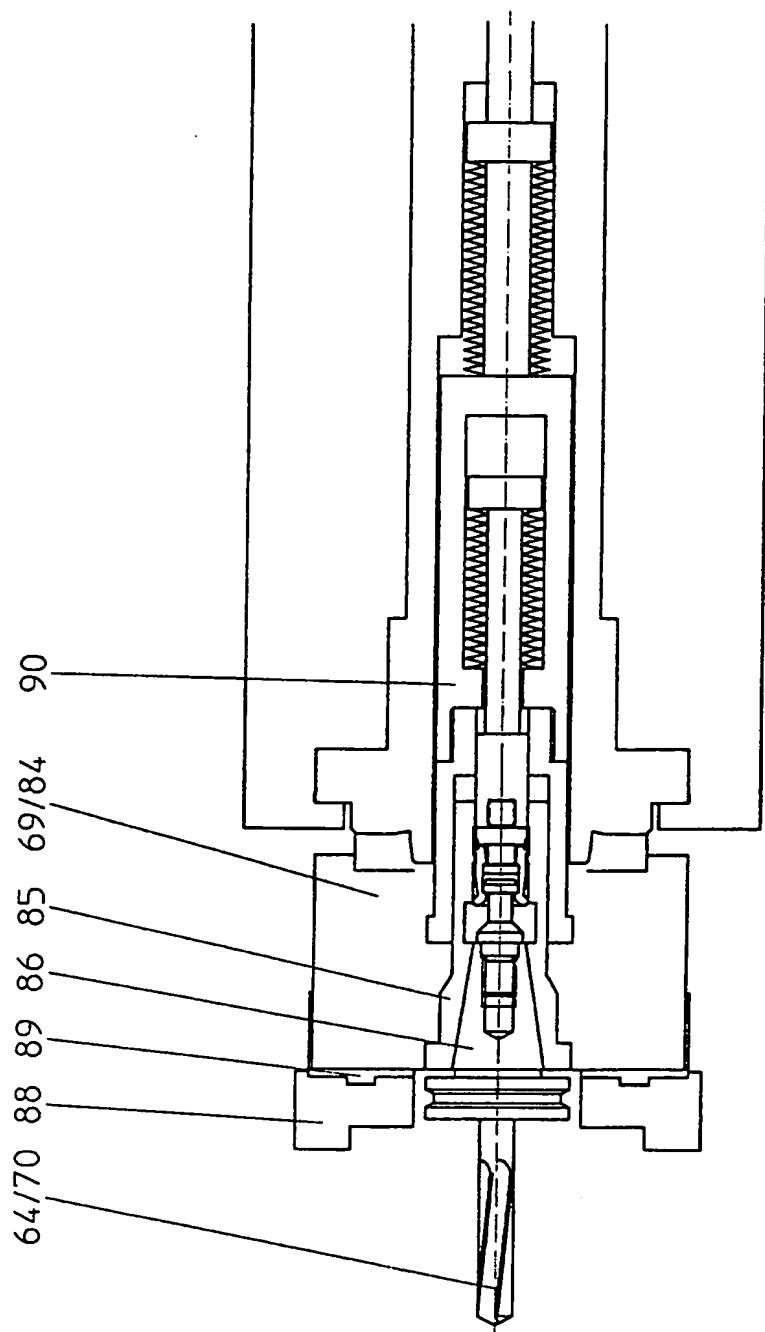


Fig. 24

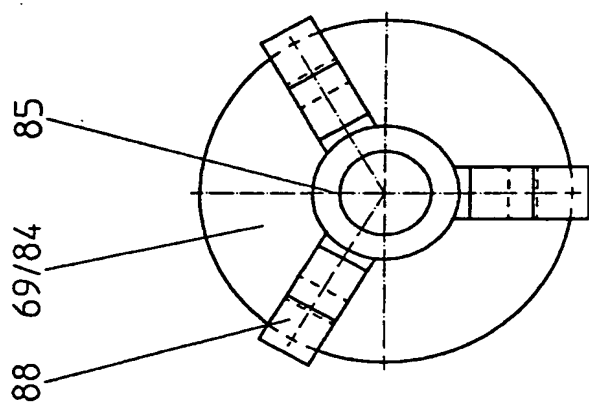


Fig. 25

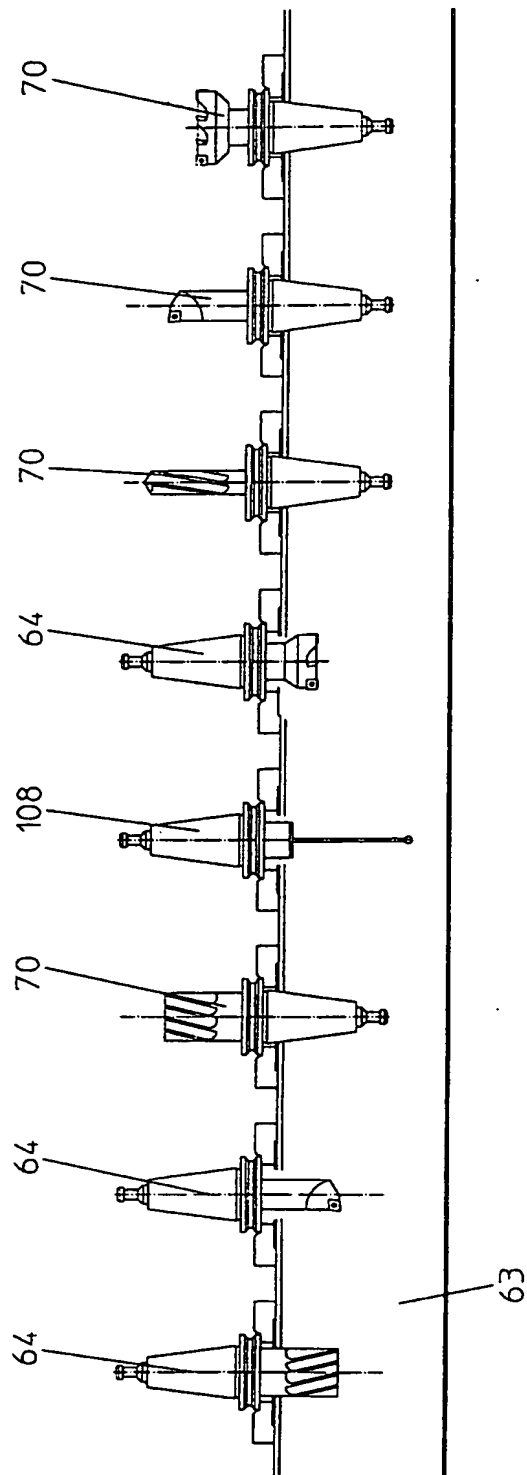


Fig.26

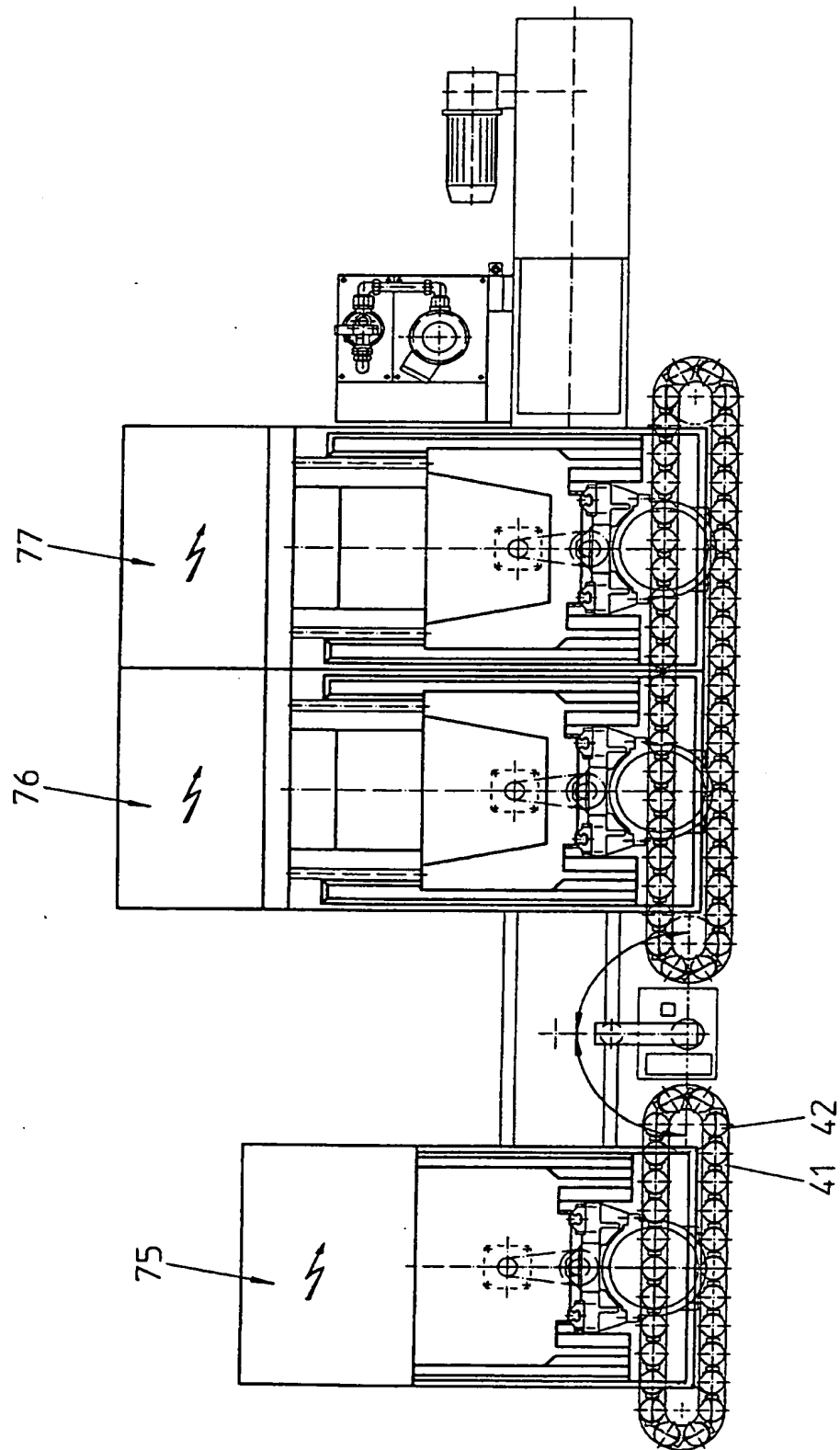


Fig. 27

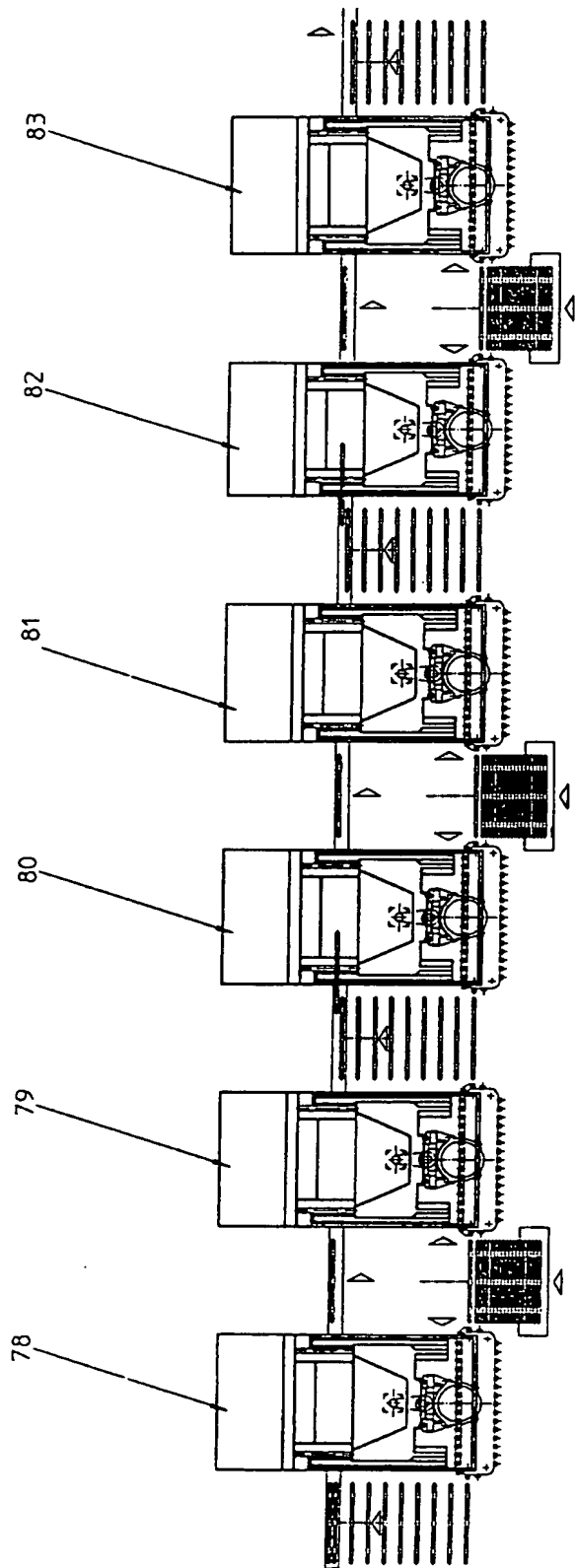


Fig.28

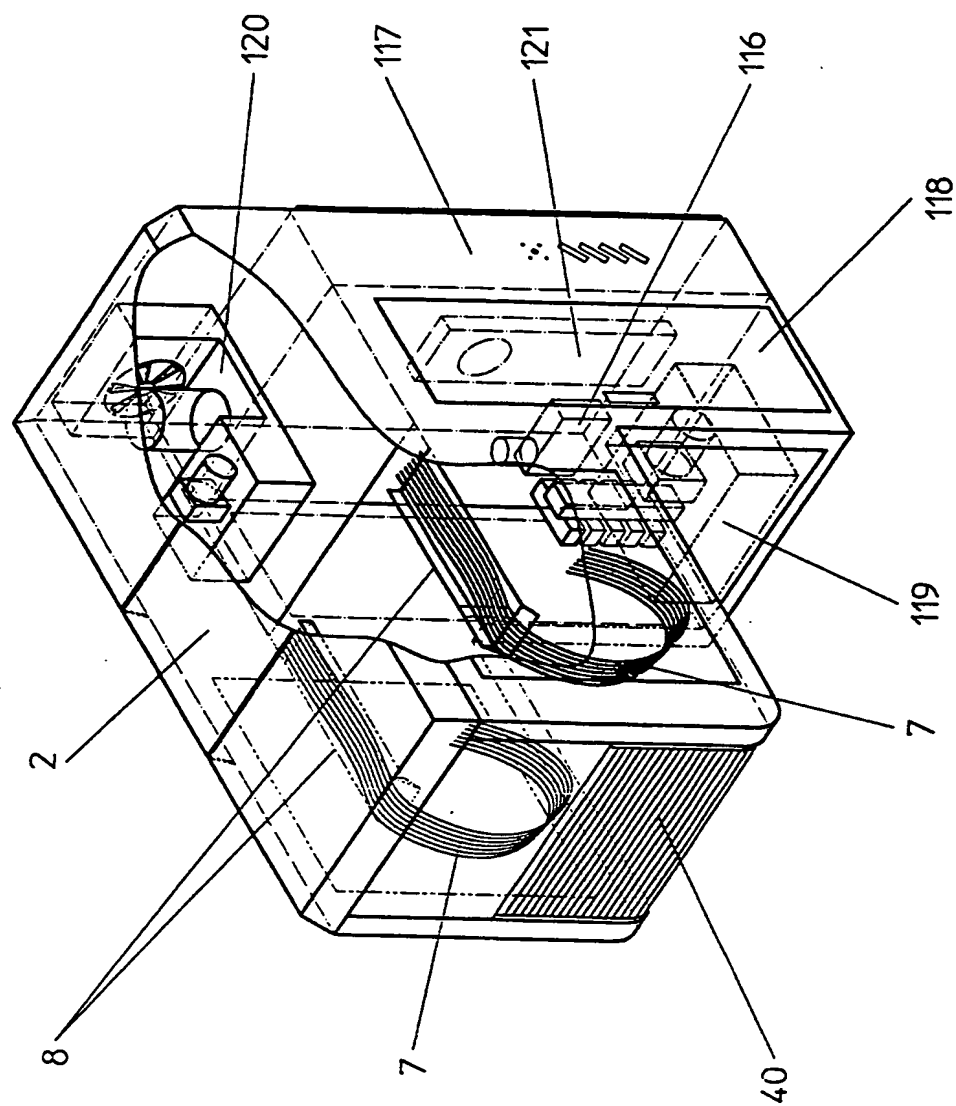


Fig. 29



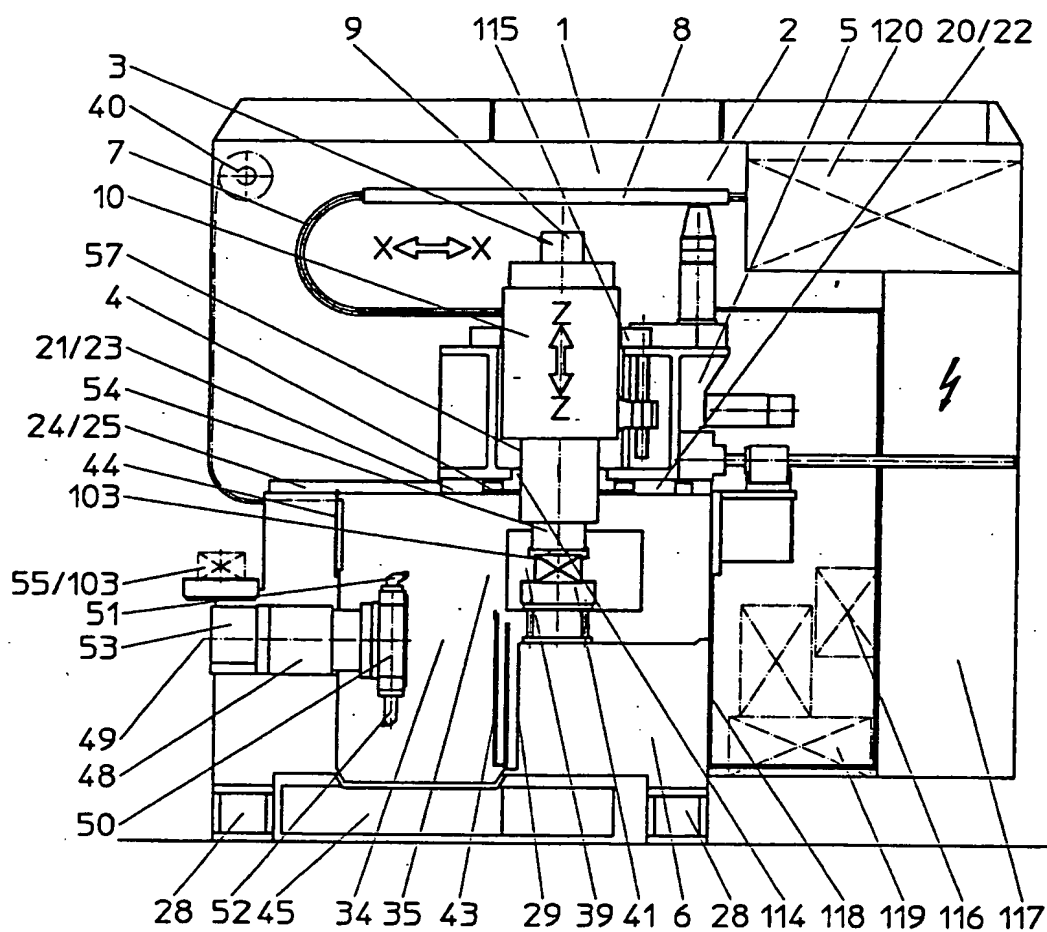


Fig. 30

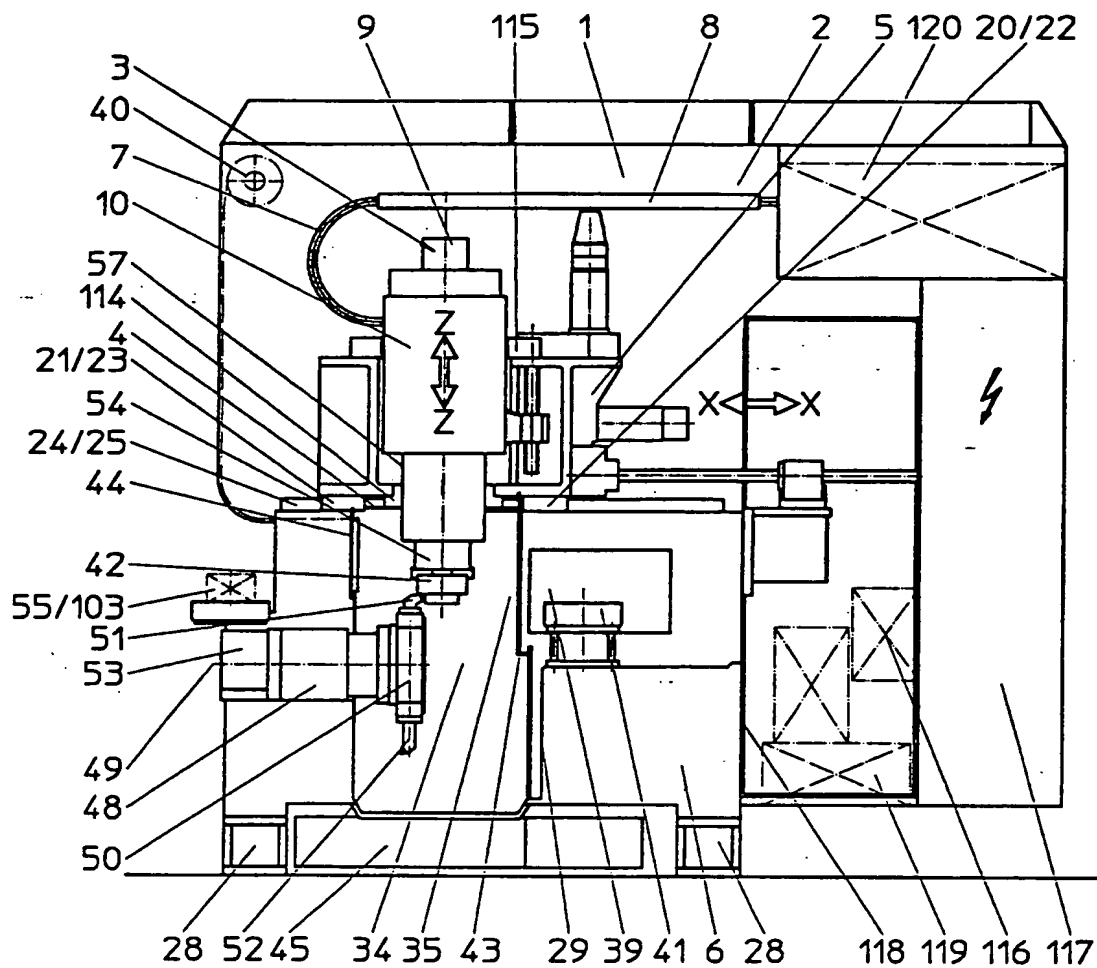


Fig. 31

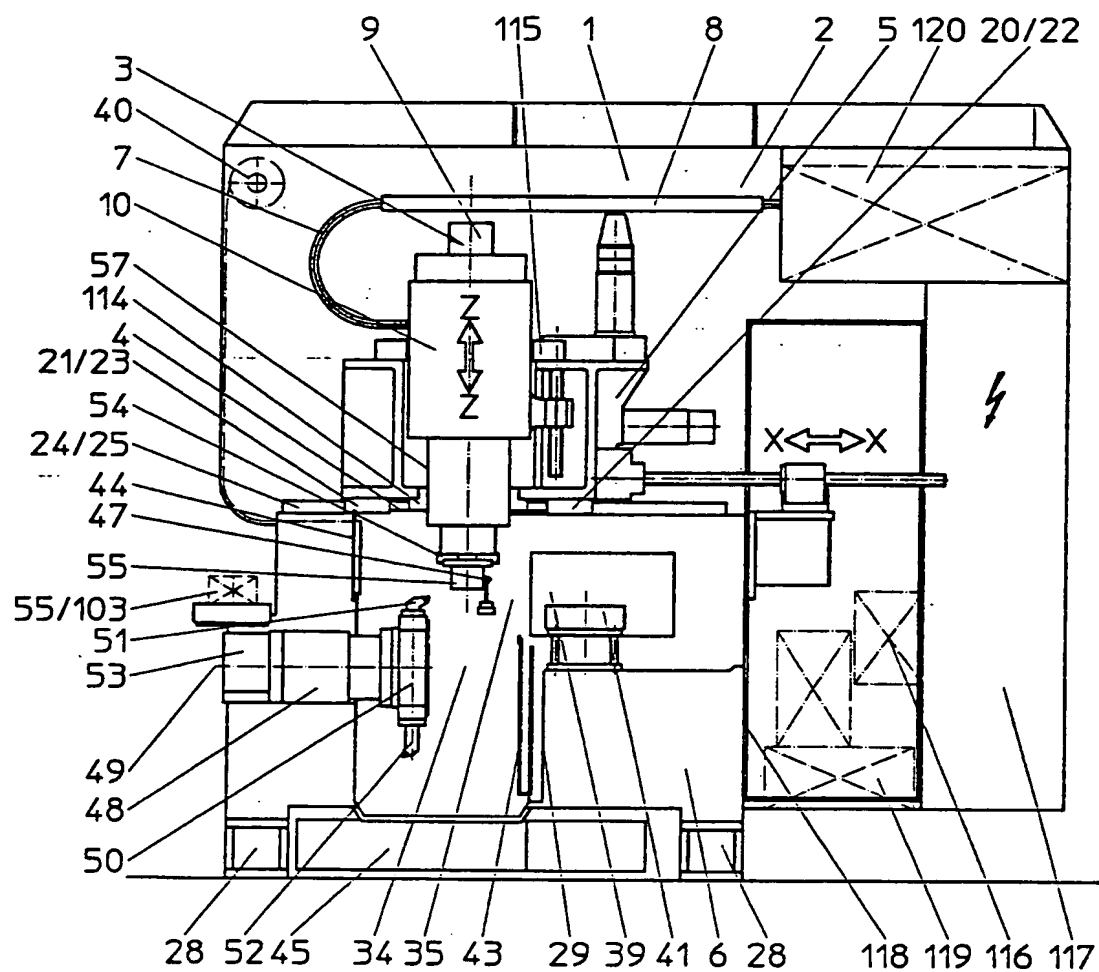


Fig. 32

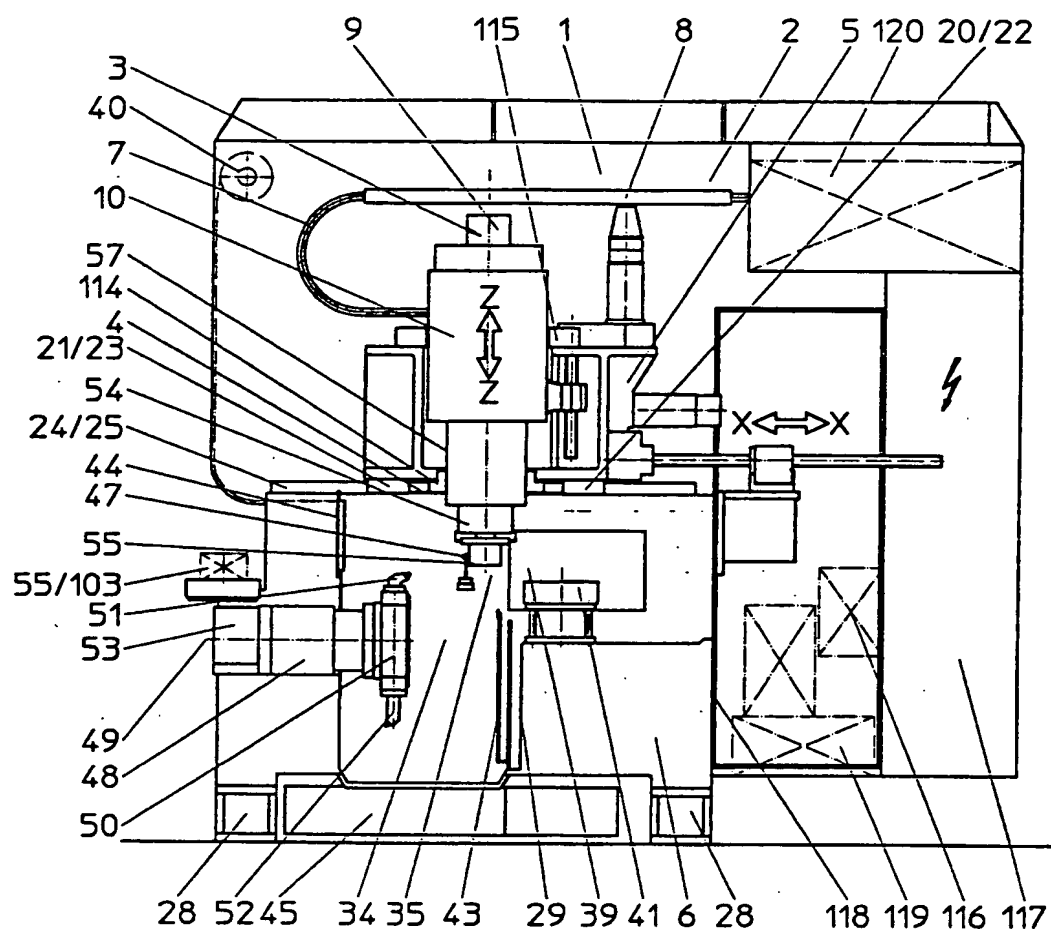


Fig. 33

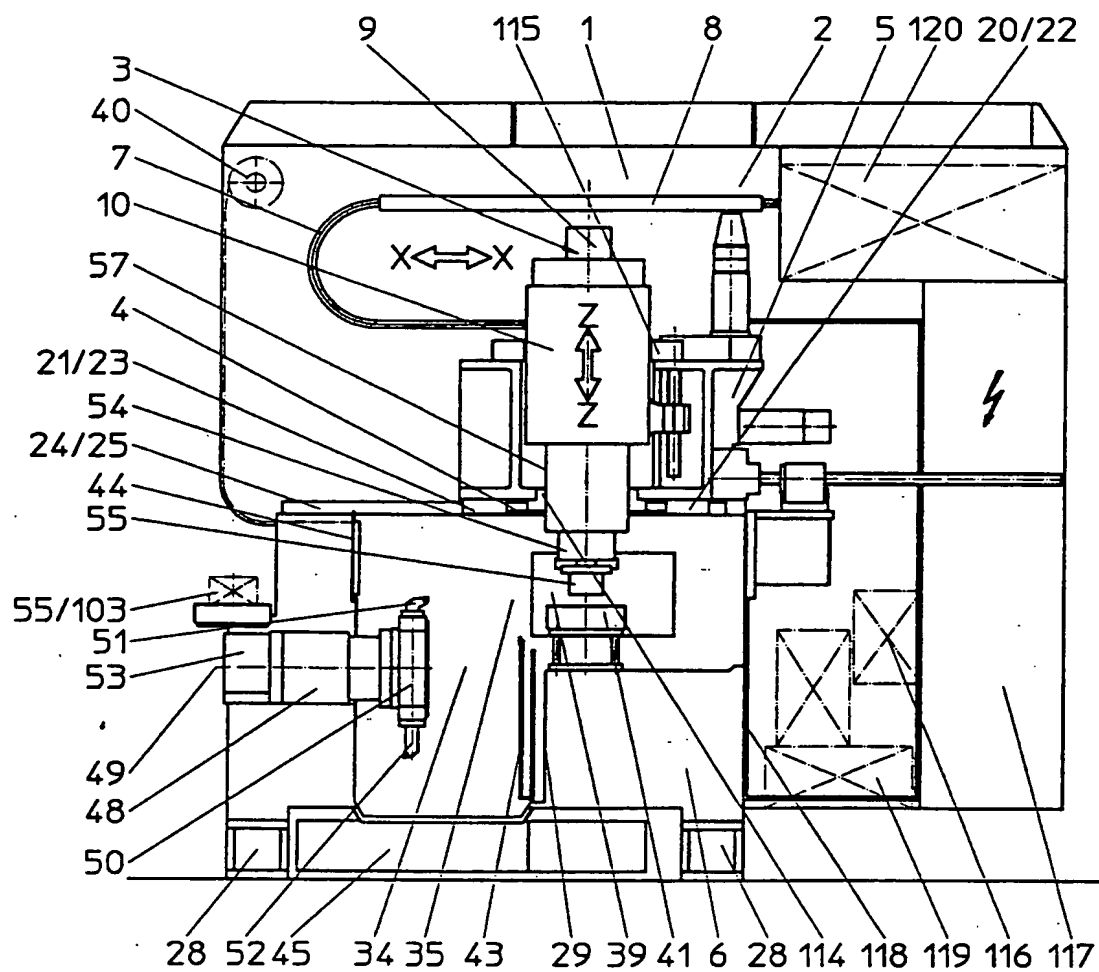


Fig. 34



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 4144

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-3 416 660 (J. G. WEISSER SÖHNE WERKZEUGMASCHINENFABRIK) * Zusammenfassung; Abbildung 1 *	1,22,27	B23Q1/00 B23Q37/00
A	WERKSTATT UND BETRIEB Bd. 116, Nr. 4, April 1983, MUNCHEN DE Seiten 185 - 189 PETER DIETZ 'Baukastensystematik und methodisches Konstruieren im Werkzeugmaschinenbau' * Abbildung 2 *	1,22,27	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B23Q
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 22 JULI 1993	Prüfer LJUNGBERG R.	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument X : von besonderer Bedeutung als als betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur	

EPO FORM 150 (12.92) (P0401)